

# Κεφάλαιο 1

---

## ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

«Κάλλιον του θεραπεύειν  
το προλαμβάνειν».

Ιπποκράτης



# 1. ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ

## 1.1 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ

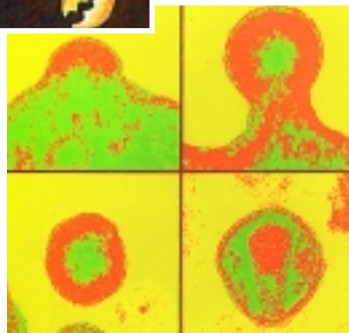
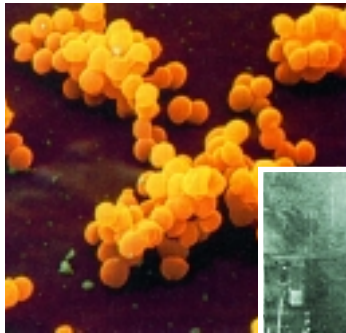
Ο άνθρωπος, αν και ζει σε ένα περιβάλλον που συνεχώς μεταβάλλεται, διαθέτει μηχανισμούς που διατηρούν σταθερό το εσωτερικό του περιβάλλον, εξασφαλίζοντας έτσι την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού και επομένως την επιβίωσή του.

Η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί σταθερές τις συνθήκες του εσωτερικού του περιβάλλοντος (θερμοκρασία, συγκεντρώσεις διάφορων συστατικών κτλ.), παρά τις εξωτερικές μεταβολές, ονομάζεται **ομοιόσταση**.

Στον ανθρώπινο οργανισμό υπάρχουν ομοιοστατικοί μηχανισμοί που ρυθμίζουν:

- τη θερμοκρασία του σώματος (δέρμα),
- τη συγκέντρωση της γλυκόζης στο αίμα,
- τη συγκέντρωση του νερού,
- το pH του αίματος, που πρέπει να είναι σταθερό στο 7,4,
- τα επίπεδα του CO<sub>2</sub> στο αίμα.

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα ομοιοστατικού μηχανισμού στον άνθρωπο είναι ο μηχανισμός ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος στους 36,6°C. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση που βρεθούμε σε ένα χώρο με θερμοκρασία μεγαλύτερη από τους 36,6°C, η θερμότητα που φθάνει συνεχώς από το περιβάλλον στο σώμα μας τείνει να προκαλέσει αύξηση της θερμοκρασίας του. Ωστόσο η αύξηση αυτή δε συμβαίνει, εξαιτίας μιας σειράς διαδοχικών αντιδράσεων στις οποίες κύριο ρόλο παίζει ο εγκέφαλος. Αρχικά οι θερμο-



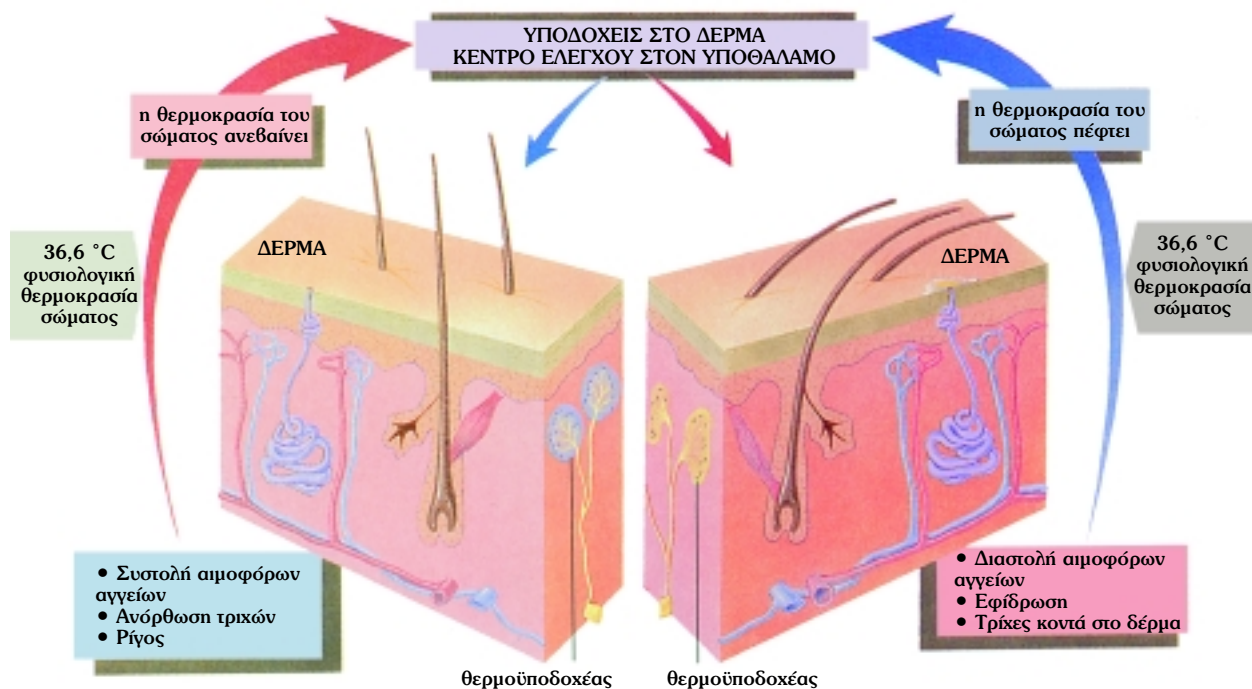
Ύποδοχείς του δέρματός μας, δηλαδή τα ειδικά νευρικά σωματίδια που ανιχνεύουν τις μεταβολές της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, «ειδοποιούν» τον εγκέφαλο για την αύξηση της θερμοκρασίας με μηνύματα που αποστέλλουν στο κέντρο των γενικών αισθήσεων του εγκεφάλου. Στη συνέχεια το ειδικό κέντρο ρύθμισης της θερμοκρασίας του εγκεφάλου, με μηνύματα που αποστέλλει στους ιδρωτοποιούς αδένες και στα αγγεία της επιφάνειας του δέρματος, προκαλεί έκκριση ιδρώτα και διαστολή των αγγείων αντίστοιχα. Ο συνδυασμός αυτών των δύο αντιδράσεων συμβάλλει στη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματός μας με τον εξής τρόπο: τα αγγεία που έχουν διασταλεί φέρουν μεγάλες ποσότητες αίματος προς την επιφάνεια του δέρματος, η οποία όμως έχει ψυχθεί λόγω της εξάτμισης του ιδρώτα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το αίμα που φθάνει στα αιμοφόρα αγγεία του δέρματος να ψύχεται και επιστρέφοντας με την κυκλοφορία στο εσωτερικό του οργανισμού μας να αποτρέπει την αύξηση της θερμοκρασίας του.

Κάθε διαταραχή της ομοιόστασης μπορεί να προκαλέσει την εκδήλωση διάφορων **ασθενειών**. Τέτοιες διαταραχές μπορεί να οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς, σε ακραίες μεταβολές των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία, ακτινοβολίες, διαθεσιμότητα οξυγόνου), ενώ συχνά είναι απόρροια του τρόπου ζωής (κάπνισμα, αλκοόλ κτλ.).

Όταν διαταράσσεται η ομοιόσταση, ο οργανισμός αντιδρά για να την αποκαταστήσει. Η αδυναμία αποκατάστασης της ομοιόστασης μπορεί να οδηγήσει σε ανεπανόρθωτη βλάβη του οργανισμού, ακόμη και στο θάνατο.

**Σκεφτείτε...**

Για ποιο λόγο τρέμουμε, όταν κρυώνουμε;



Εικόνα 1.1: Ρύθμιση θερμοκρασίας στο ανθρώπινο σώμα

Επειδή ένα σημαντικό ποσοστό των ασθενειών που προσβάλλουν τον άνθρωπο οφείλεται σε παθογόνους μικροοργανισμούς, σκόπιμο είναι να ασχοληθούμε με τη μελέτη της δομής και των μηχανισμών αναπαραγωγής αυτών των μικροοργανισμών. Στη συνέχεια θα μελετήσουμε έναν ιδιαίτερο ομοιοστατικό μηχανισμό (ανοσοβιολογικό σύστημα) του ανθρώπου με τον οποίο γίνεται η αναγνώριση και η εξουδετέρωση των παθογόνων μικροοργανισμών.

## 1.2 ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ

Γενικά, ως **μικροοργανισμοί** ή **μικρόβια** χαρακτηρίζονται εκείνοι οι οργανισμοί τους οποίους δεν μπορούμε να διακρίνουμε με γυμνό μάτι, γιατί έχουν μέγεθος μικρότερο από 0,1 mm.

Πολλοί από τους μικροοργανισμούς, όπως για παράδειγμα τα νιτροποιητικά βακτήρια, περνούν όλη τη ζωή τους στο φυσικό περιβάλλον. Άλλοι, προκειμένου να επιβιώσουν και να αναπαραχθούν, περνούν ένα μέρος ή ολόκληρη τη ζωή τους στο εσωτερικό κάποιου πολυκύτταρου οργανισμού. Οι μικροοργανισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως **παράσιτα** και ο οργανισμός που τους «φιλοξενεί» ως **ξενιστής**.

Μερικοί ωστόσο από τους μικροοργανισμούς που χρησιμοποιούν τον άνθρωπο ως ξενιστή τους μπορεί να προκαλέσουν διαταραχές στην υγεία του. Οι μικροοργανισμοί αυτοί ονομάζονται **παθογόνοι**.

Οι περισσότεροι όμως μικροοργανισμοί όχι μόνο δεν είναι βλαβεροί για τον άνθρωπο, αλλά αντίθετα είναι χρήσιμοι ή και απαραίτητοι, καθώς συμμετέχουν σε σημαντικές διεργασίες (όπως η αποικοδόμηση της νεκρής οργανικής ύλης) ή χρησιμοποιούνται από τον άνθρωπο για την παραγωγή ουσιών χρήσιμων σε διάφορους τομείς (π.χ. υγεία, διατροφή κτλ.).

Άλλοι μικροοργανισμοί, όπως το βακτήριο *Escherichia coli* που ζει στο έντερο, ό-

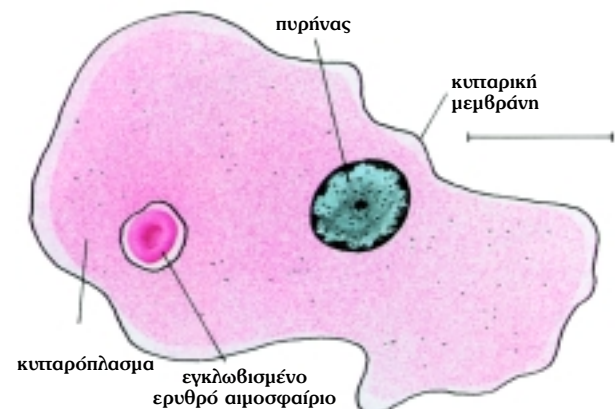
ταν βρίσκονται σε μικρό αριθμό και δε μεταναστεύουν σε άλλους ιστούς και όργανα, αποτελούν φυσιολογική μικροχλωρίδα για τον άνθρωπο, είτε διότι παράγουν χρήσιμες χημικές ουσίες τις οποίες ο άνθρωπος δεν μπορεί να συνθέσει μόνος του (π.χ. βιταμίνη Κ από την *E. coli*) είτε διότι συμβάλλουν στην άμυνα του οργανισμού. Αν όμως, για κάποιο λόγο, αυξηθούν (π.χ. επειδή ο ξενιστής παρουσιάζει μειωμένη αντίσταση) ή βρεθούν σε άλλους ιστούς, τότε προκαλούν την εκδήλωση ασθενειών. Οι μικροοργανισμοί αυτοί χαρακτηρίζονται ως **δυσνητικά παθογόνοι**.

### 1.2.1 Κατηγορίες παθογόνων μικροοργανισμών

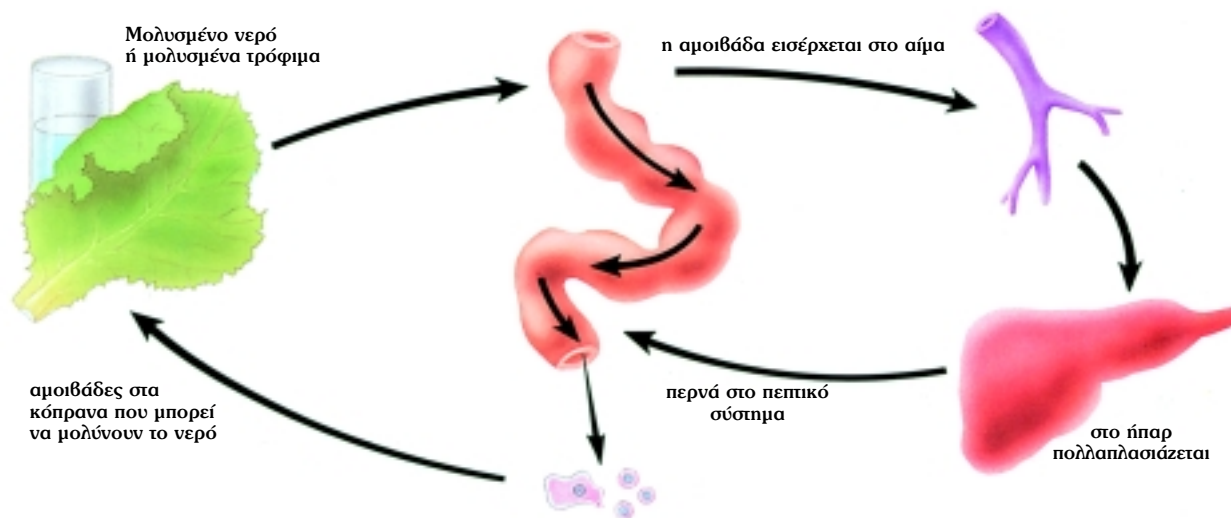
Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να είναι ευκαρυωτικοί, προκαρυωτικοί ή ιοί. Στους ευκαρυωτικούς ανήκουν τα πρωτόζωα και οι μύκητες, ενώ στους προκαρυωτικούς τα βακτήρια. Οι ιοί αποτελούν ακυτταρικές, μη αυτοτελείς μορφές ζωής.

#### Ευκαρυωτικοί μικροοργανισμοί

**Πρωτόζωα:** Τα πρωτόζωα είναι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί. Τα περισσότερα αναπαράγονται μονογονικά με διχοτόμηση. Κινούνται είτε σχηματίζοντας ψευδοπόδια (αμοιβάδα) είτε με τις βλεφαρίδες ή τα μαστίγια που διαθέτουν.

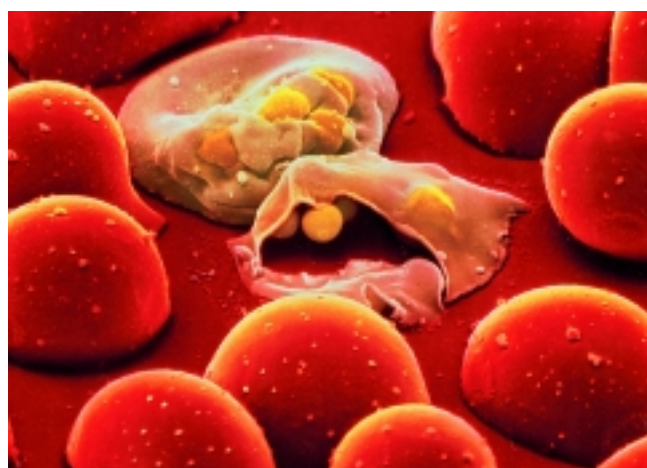


Εικόνα 1.2α: Ιστολυτική αμοιβάδα, πρωτόζωο που προκαλεί δυσεντερία.



Εικόνα 1.2β: Η μετάδοση της αμοιβαδοειδούς δυσεντερίας

Από τα παθογόνα πρωτόζωα είναι σκόπιμο να αναφερθούν το **πλασμώδιο** (μεταδίδεται από τα κουνούπια και προκαλεί ελονοσία), το **τρυπανόσωμα** (μεταδίδεται από τη μύγα τσετσέ και προκαλεί την ασθένεια του ύπνου), η **ιστολυτική αμοιβάδα** (προκαλεί αμοιβαδοειδή δυσεντερία), το **τοξόπλασμα** (μεταδίδεται από τα κατοικίδια ζώα, προσβάλλει βασικά όργανα όπως τους πνεύμονες, το ήπαρ και το σπλήνα και προκαλεί αποβολές στις εγκύους).



Εικόνα 1.3: Ερυθροκύτταρα που έχουν προσβληθεί από πλασμώδιο.

Πίνακας 1.1: Παθογόνα πρωτόζωα

Είδος	Παθογόνος δράση
<i>Entamoeba histolytica</i>	Αμοιβαδοειδής δυσεντερία
<i>Trichomonas hominis</i>	Οξεία κολπίτιδα ή χρόνια ουρηθρίτιδα
<i>Giardia Lamblia</i>	Φλεγμονή εντερικού βλεννογόνου
<i>Leishmania donovani</i>	Αναιμία, προσβάλλει ήπαρ, σπλήνα και μυελό των οστών
<i>Trypanosoma gambiense</i>	Νόσος του ύπνου
<i>Plasmodium vivax</i>	Ελονοσία
<i>Toxoplasma gondii</i>	Πνευμονία, διόγκωση σπλήνα, ήπατος και λεμφαδένων
<i>Pneumocystis carinii</i>	Πνευμονία
<i>Balantium coli</i>	Δυσεντερία

**Μύκητες:** Οι μύκητες είναι ευκαρυωτικοί μονοκύτταροι ή κοινοκυτταρικοί οργανισμοί (διαθέτουν κυτταρόπλασμα με πολυάριθμους πυρήνες). Οι περισσότεροι μύκητες αποτελούνται από απλούστερες νηματοειδείς δομές, τις υφές.

Οι μύκητες παρασιτούν σε ζωντανούς οργανισμούς ή ζουν ελεύθεροι στο έδαφος, στο νερό, στον αέρα, στα τρόφιμα. Πολλοί από αυτούς πολλαπλασιάζονται μονογονικά με απλή διχοτόμηση, ενώ άλλοι πολλαπλασιάζονται με εκβλάστηση. Σ' αυτούς τους τελευταίους σχηματίζεται σε κάποιο σημείο του αρχικού κυττάρου ένα εξόγκωμα, το **εκβλάστημα**, το οποίο, όταν αναπτυχθεί αρκετά, είτε παραμένει ενωμένο με το γονικό οργανισμό είτε αποκόβεται από αυτόν και ζει πλέον ως αυτοτελής οργανισμός.

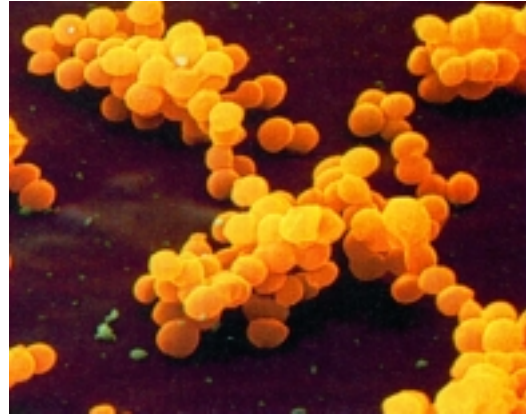
Τα νοσήματα που προκαλούνται στον άνθρωπο από παθογόνους μύκητες ονομάζονται **μυκητιάσεις**. Η **Candida albicans** (κάντιντα η λευκάζουσα), ανάλογα με το όργανο που προσβάλλει, μπορεί να προκαλέσει πνευμονική καντιντίαση, κολπίτιδα, στοματίτιδα. Τα **δερματόφυτα** αποτελούν μια ειδική κατηγορία μυκήτων που προσβάλλουν το δέρμα, ιδιαίτερα το τριχωτό μέρος της κεφαλής, αλλά και τις μεσοδακτύλιες περιοχές των ποδιών προκαλώντας ερυθρότητα και έντονο κνησμό.



Εικόνα 1.4: Μυκητίαση ανάμεσα στα δάχτυλα των ποδιών

## Προκαρυωτικοί μικροοργανισμοί

**Βακτήρια:** Τα βακτήρια είναι προκαρυωτικοί οργανισμοί, δηλαδή δε διαθέτουν οργανωμένο πυρήνα. Συνήθως σχηματίζουν αθροίσματα, τις αποικίες. Το σχήμα τους μπορεί να είναι ελικοειδές (σπειρούλλια), σφαιρικό (κόκκοι) ή ραβδοειδές (βάκιλοι).



Εικόνα 1.5: Staphylococcus

Το γενετικό τους υλικό (DNA) βρίσκεται κατά κανόνα σε μια συγκεκριμένη περιοχή, που ονομάζεται **πυρηνική περιοχή** (πυρηνοειδές). Συχνά διαθέτουν, επιπλέον, μικρότερα μόρια γενετικού υλικού, τα πλασμίδια. Η πλασματική τους μεμβράνη περιβάλλεται από κυτταρικό τοίχωμα. Ορισμένα βακτήρια διαθέτουν και ένα επιπλέον περιβλήμα, την κάψα. Δεν έχουν μεμβρανώδη οργανίδια, έχουν όμως ριβοσώματα στα οποία γίνεται η σύνθεση των πρωτεϊνών τους.

Τα βακτήρια αναπαράγονται κυρίως μονογονικά με απλή διχοτόμηση. Η αναπαραγωγή τους διαρκεί μικρό χρονικό διάστημα. Ορισμένα βακτήρια, σε ευνοϊκές γι' αυτά συνθήκες, διαιρούνται κάθε 20 λεπτά. Σε αντίξοες συνθήκες, όπως σε ακραίες θερμοκρασίες ή υπό τη δράση ακτινοβολιών, πολλά βακτήρια μετατρέπονται σε ανθεκτικές μορφές, τα **ενδοσπόρια**. Τα ενδοσπόρια είναι αφυδατωμένα κύτταρα με ανθεκτι-

κά τοιχώματα και χαμηλούς μεταβολικούς ρυθμούς. Όταν οι συνθήκες του περιβάλλοντος ξαναγίνουν ευνοϊκές, τα ενδοσπόρια βλαστάνουν δίνοντας το καθένα ένα βακτήριο.

Μερικά παθογόνα βακτήρια είναι υπεύθυνα για σοβαρές ασθένειες του ανθρώπου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν το *Vibrio cholerae*, που προκαλεί τη χολέρα, και το *Treponema pallidum*, που προκαλεί τη σύφιλη.



Εικόνα 1.6: *Vibrio cholerae*, το βακτήριο που προκαλεί χολέρα.

### Χαρακτηριστικά βακτηρίων

Δεν έχουν	Έχουν	Μπορεί να έχουν
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Οργανωμένο πυρήνα (προκαρυωτικοί οργανισμοί)</li> <li>• Οργανίδια</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κυτταρικό τοίχωμα</li> <li>• Ελεύθερα ριβοσώματα</li> <li>• Πυρηνοειδές ή πυρηνική περιοχή (όπου εντοπίζεται το γενετικό τους υλικό)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κάψα</li> <li>• Μαστίγια</li> <li>• Βλεφαρίδες</li> </ul>

### Μορφολογία βακτηρίων

Σχήμα		Ονομασία	Αποικία
Σφαιρικό		Κόκκος	
Ραβδοειδές		Βάκιλος	
Ελικοειδές		Σπειρύλλιο	

Ένα βακτήριο *Escherichia coli*, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες, διαιρείται κάθε 20 λεπτά. Σε μία ώρα υφίσταται 3 διαιρέσεις και σχηματίζονται  $2^3 = 8$  βακτήρια.

Σε μία ημέρα υφίσταται  $24 \times 3 = 72$  διαιρέσεις και σχηματίζονται  $2^{72} = 4,7 \times 10^{21}$  βακτήρια = 4.722.000.000.000.000.000.000 βακτήρια!



Πίνακας 1.2: Παθογόνα βακτήρια

Είδος	Παθογόνος δράση
<i>Staphylococcus aureus</i> <i>Staphylococcus epidermidis</i>	Αιμόλυση ερυθρών αιμοσφαιρίων, καταστροφή λευκών αιμοσφαιρίων, οστεομυελίτιδα, ενδοκαρδίτιδα, μαστίτιδα, μηνιγγίτιδα, πνευμονία, τροφικές δηλητηριάσεις
<i>Streptococcus pyogenes</i>	Εξανθήματα (οστρακιά), στρεπτοκοκκική αμυγδαλίτιδα
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	Οξεία λοβώδης πνευμονία, παραρρινοκολπίτιδα
<i>Neisseria meningitidis</i>	Μηνιγγίτιδα
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Βλεννόρροια
<i>Brucella melitensis</i>	Μελιταίος πυρετός
<i>Haemophilus influenzae</i>	Ρινοφαρυγγίτιδα, παραρρινοκολπίτιδα, πνευμονία
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	Ουρολοιμώξεις, μηνιγγίτιδα
<i>Proteus mirabilis</i>	Ουρολοιμώξεις
<i>Salmonella typhi</i>	Σαλμονελώσεις (τυφοειδής πυρετός)
<i>Singella dysenteriae</i>	Σιγκελώσεις (πυρετός, κοιλιακοί πόνοι, διάρροιες)
<i>Vibrio cholerae</i>	Χολέρα
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Νοσοκομειακές λοιμώξεις
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	Διφθερίτιδα
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Φυματίωση
<i>Bacillus anthracis</i>	Ασθένεια του άνθρακα
<i>Treponema pallidum</i>	Σύφιλη

## Άνθρακας

Τα θλιβερά γεγονότα της τρομοκρατικής επίθεσης της 11ης Σεπτεμβρίου 2001 στη Νέα Υόρκη και ό,τι ακολούθησε έφεραν στο προσκήνιο ένα βακτήριο και μια νόσο που είχαν πέσει στην αφάνεια για πολλές δεκαετίες. Η νόσος του άνθρακα προκαλείται από το βακτήριο *Bacillus anthracis*. Το όνομα του βακτηρίου και της ασθένειας προέρχεται από την ελληνική λέξη «άνθρακας» (κάρβουνο), επειδή οι πληγές που σχηματίζονται στο δέρμα έχουν ένα χαρακτηριστικό κεντρικό τμήμα το οποίο είναι μαύρο σαν κάρβουνο.

Ο άνθρακας ήταν γνωστός στους βιολόγους από το 1876. Ο Ρόμπερτ Κοχ, εργαζόμενος με το βακτήριο του άνθρακα, ήταν αυτός που απέδειξε για πρώτη φορά ότι ένα βακτήριο μπορεί να προκαλέσει ασθένεια στον άνθρωπο. Οι έρευνές του με το βακτήριο του άνθρακα οδήγησαν στη διατύπωση των κριτηρίων που φέρουν το όνομά του και χρησιμοποιούνται μέχρι σήμερα από τους μικροβιολόγους.



Βακτήρια άνθρακα

γους. Το 1881 ο Λουί Παστέρ παρασκεύασε ένα εμβόλιο για τον άνθρακα, το πρώτο αποτελεσματικό εμβόλιο για βακτηριακό νόσημα.

Το βακτήριο του άνθρακα σχηματίζει ενδοσπόρια και βρίσκεται στο χώμα. Από εκεί μεταφέρεται στα φυτοφάγα ζώα, είτε στα εκτρεφόμενα (αιγοπρόβατα, χοίρους, άλογα κτλ.) είτε στα άγρια ζώα (ελέφαντες, ελάφια, αντιλόπες). Κρούσματα ζωικού άνθρακα έχουν καταγραφεί σε 82 χώρες, πιο σπάνια βέβαια στις αναπτυγμένες, όπου ο κτηνιατρικός έλεγχος των ζώων και ο εμβολιασμός τους αποτρέπει την εμφάνιση της νόσου. Τα κρούσματα στον άνθρωπο είναι λίγα και παρατηρούνται κυρίως σε κτηνοτρόφους ή άλλες επαγγελματικές ομάδες που ασχολούνται με ζώα και τα προϊόντα τους (π.χ. μαλλί αιγοπροβάτων).

Η νόσος προκαλείται από μια ισχυρή τοξίνη που εκκρίνεται από τα βακτήρια, συσσωρεύεται στο αίμα και καταστρέφει τους ιστούς και τα μακροφάγα κύτταρα. Η νόσος του άνθρακα στον άνθρωπο έχει τρεις μορφές. Η πιο κοινή (95% των περιστατικών) είναι ο δερματικός άνθρακας, που σπάνια προκαλεί το θάνατο, ενώ η πιο επικίνδυνη μορφή είναι ο πνευμονικός άνθρακας, που προκαλείται από την εισπνοή σπορίων. Και οι δύο μορφές αντιμετωπίζονται με αντιβιοτικά. Αν η νόσος δεν αντιμετωπιστεί με επιτυχία, μπορεί να προκαλέσει το θάνατο. Η νόσος δε μεταδίδεται από άνθρωπο σε άνθρωπο. Για να αρρωστήσει κανείς, πρέπει να εκτεθεί άμεσα στα βακτήρια ή στα σπόριά τους. Υπολογίζεται ότι χρειάζονται 8.000-10.000 σπόρια για να προσβληθεί ένας άνθρωπος, σχετικά μεγάλος αριθμός αν συγκριθεί με τα 10 βακτήρια που είναι αρκετά για τη μόλυνση ενός ανθρώπου από πανώλη.



Δερματικός άνθρακας

Οι ταχυδρομικές επιστολές με άνθρακα οι οποίες απεστάλησαν στις Η.Π.Α. μετά την 11η Σεπτεμβρίου 2001 προκάλεσαν το θάνατο κάποιων ανθρώπων, το σημαντικότερο όμως ήταν ότι κατάφεραν να σπείρουν τον πανικό στην πλειονότητα των Αμερικανών, καθώς όλοι ήθελαν να πάρουν αντιβιοτικά «προληπτικά», χωρίς να έχουν συμπτώματα ή βάσιμες υποψίες ότι ήλθαν σε επαφή με το βακτήριο. Το γεγονός αυτό κατέδειξε, για άλλη μια φορά, το πρόβλημα της ανεπαρκούς ενημέρωσης του πολίτη όσον αφορά τη σωστή χρήση των αντιβιοτικών. Η διδασκαλία της Βιολογίας στα σχολεία μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στην αποφυγή του πανικού, με την ενημέρωση για τη φύση της ασθένειας του άνθρακα και την αντιμετώπισή της.

Περισσότερες πληροφορίες μπορεί να πάρει κανείς από το Διαδίκτυο, στους δικτυακούς τόπους του Κέντρου Ελέγχου Ασθενειών των Η.Π.Α. και του Κέντρου Προστασίας Πολιτών από τα Βιολογικά Όπλα του Πανεπιστημίου Johns Hopkins.

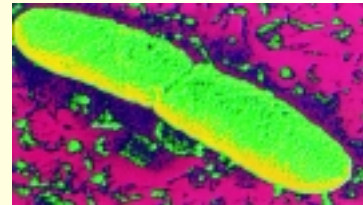
## Η Μοριακή Βιολογία στην υπηρεσία της υγείας. Ανάγνωση του γονιδιώματος παθογόνων μικροοργανισμών

Η ανάγνωση του γονιδιώματος των παθογόνων μικροοργανισμών θα αποκαλύψει την αιτία που κάνει τα μικρόβια αυτά παθογόνα, ανθεκτικά στα αντιβιοτικά και επικίνδυνα για την υγεία μας, ενώ παράλληλα θα βοηθήσει στην παραγωγή εμβολίων και φαρμάκων. Μερικά από τα παθογόνα μικρόβια των οποίων το γονιδίωμα έχει αποκρυπτογραφηθεί από τους επιστήμονες είναι:



*C. diphtheriae*

- *Mycobacterium leprae*, που προκαλεί τη λέπρα.
- *Yersinia pestis*, που προκαλεί την πανώλη.
- *Salmonella typhi*, που προκαλεί τον τυφοειδή πυρετό.
- *Bordetella pertussis*, που προκαλεί τον κοκίτη.
- *Corynebacterium diphtheriae*, που προκαλεί τη διφθερίτιδα.



*Yersinia pestis*

Ο Θουκυδίδης, το 429 π.Χ., αναφέρει ότι τα άτομα που είχαν επιζήσει από το λοιμό στην Αθήνα μπορούσαν να περιποιηθούν τους πάσχοντες χωρίς φόβο. Οι Κινέζοι ήδη από τον 11ο αιώνα γνώριζαν ότι αυτοί που εισέπνεαν αποξηραμένη εφελκίδα (την κρούστα που σχηματίζεται πάνω σε πληγές) ευλογιάς δεν αρρώσταιναν από ευλογιά, δηλαδή αποκτούσαν ανοσία. Η παρατήρηση αυτή των Κινέζων είχε ως αποτέλεσμα να καθιερωθεί κατά το Μεσαίωνα στην Ευρώπη ένας πρωτόγονος εμβολιασμός με ενδοδερμική εναπόθεση σκόνης ή υγρού εφελκίδων ευλογιάς.

Το 1762 ο Μ.Α. Πλέντσιζ διατύπωσε τη θεωρία της μολυσματικής ασθένειας: «Κάθε μολυσματική ασθένεια συνδέεται με έναν ειδικό μικροοργανισμό, που έχει την ικανότητα να αναπαράγεται εκτός του σώματος και που μπορεί να μεταφέρεται με τον αέρα από άτομο σε άτομο». Θεωρία πολύ τολμηρή για την εποχή εκείνη, με αποτέλεσμα να μην της δοθεί καμιά σημασία.

Το 1798 ο Ε. Τζένερ παρατήρησε ότι όσοι κτηνοτρόφοι έρχονταν σε επαφή με αγελάδες που έπασχαν από δαμαλίτιδα αποκτούσαν ανοσία στην πολύ βαρύτερη ανθρώπινη νόσο, την ευλογιά, που προκαλείται από στενά συγγενικό ιό, όπως είναι γνωστό σήμερα. Ο Λ. Παστέρ, 80 χρόνια αργότερα, διατύπωσε τη μικροβιολογική αιτιολογία των μεταδοτικών ασθενειών και ανέπτυξε την τεχνική της καλλιέργειας των μικροβίων στο εργαστήριο. Από τις καλλιέργειες αυτές μικρόβια (νεκρά ή ζωντανά) με ελαττωμένη παθογονικότητα χρησιμοποιήθηκαν ως εμβόλια. Ο Παστέρ, προς τιμήν του Τζένερ, ονόμασε τον προληπτικό εμβολιασμό για την ευλογιά «vac-cine» (δαμαλισμός), από τη λατινική λέξη «vacca» (δάμαλις - αγελάδα).



Ε. Τζένερ

Ο Ρ. Κοχ, την ίδια περίπου εποχή (1882), ανακάλυψε το βάκιλο της φυματίωσης (*Mycobacterium tuberculosis*) και το 1883 το βακτήριο της ασιατικής χολέρας (*Vibrio cholerae*). Το 1885 απομονώθηκε ο βάκιλος της διφθερίτιδας από τους Ε. Ρου και Α. Τζέρσιν. Την ίδια χρονιά παρατηρήθηκε στο εργαστήριο ο βάκιλος του τετάνου (*Bacillus ή Clostridium tetani*), τον οποίο λίγο αργότερα (1898) πέτυχε να απομονώσει ο Ιάπωνας Σ. Κιτασάτο.

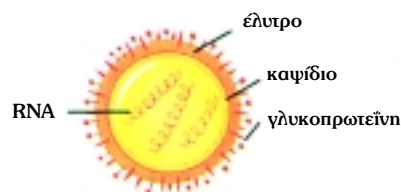
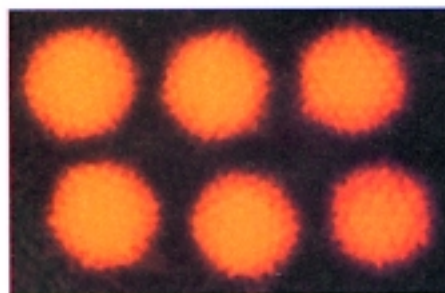
## Ιοί

Όλοι, λίγο πολύ, έχουμε ασθενήσει από κάποια ίωση. Στιςλώσεις, τα νοσήματα δηλαδή που προκαλούνται από ιούς, περιλαμβάνονται απλές διαταραχές της υγείας, όπως είναι το κρυολόγημα ή η γρίπη, αλλά και σοβαρότερες, όπως είναι η πολιομυελίτιδα ή το AIDS.

Οι ιοί ανακαλύφθηκαν στο τέλος του 19ου αιώνα. Το μικρό τους μέγεθος (20 έως 250 nm περίπου) αποτέλεσε αρχικά ανασταλτικό παράγοντα για τη μελέτη τους. Η ανακάλυψη όμως αργότερα του ηλεκτρονικού μικροσκοπίου βοήθησε στο να προσδιοριστούν αρκετά στοιχεία για τη δομή τους.

Οι ιοί έχουν σχετικά απλή δομή. Αποτελούνται από ένα πρωτεϊνικό περίβλημα με χαρακτηριστική γεωμετρία, το **καψίδιο**, μέσα στο οποίο προφυλάσσεται το γενετικό τους υλικό. Ορισμένοι ιοί διαθέτουν και ένα επιπλέον περίβλημα, το **έλυτρο**, το οποίο είναι λιποπρωτεϊνικής φύσης. Το γενετικό υλικό ενός ιού μπορεί να είναι είτε DNA είτε RNA και διαθέτει πληροφορίες για τη σύνθεση των πρωτεϊνών του περιβλήματος αλλά και για τη σύνθεση κάποιων ενζύμων απαραίτητων για τον πολλαπλασιασμό του. Οι ιοί εξασφαλίζουν από τον ξενιστή τους μηχανισμούς αντιγραφής, μεταγραφής και μετάφρασης, καθώς και τα περισσότερα ένζυμα που τους είναι απαραίτητα για τις λειτουργίες αυτές. Για το λόγο αυτό χαρακτηρίζονται ως **υποχρεωτικά κυτταρικά παράσιτα**.

Ως προς το είδος του ξενιστή που προσβάλλουν, οι ιοί διακρίνονται σε ιούς βακτηρίων, ιούς φυτών και ιούς ζώων. Η εξειδίκευση όμως των ιών δεν αφορά μόνο το είδος του οργανισμού αλλά και το είδος του κυττάρου ή του ιστού στον οποίο παρασιτούν. Για παράδειγμα, ο ιός της πολιομυελίτιδας στον άνθρωπο προσβάλλει τα νευρικά κύτταρα του νωτιαίου μυελού, ενώ ο ιός της γρίπης τα επιθηλιακά κύτταρα της αναπνευστικής οδού.



Εικόνα 1.7: α) αδενοϊός, β) ιός γρίπης

Με βάση το είδος του γενετικού τους υλικού, οι ιοί διακρίνονται σε ιούς DNA και ιούς RNA, καθένας από τους οποίους ακολουθεί ιδιαίτερο κύκλο ζωής.

### «Είναι η μαρουλοσαλάτα σας ζωντανός οργανισμός ή όχι;»

Το παράδοξο αυτό ερώτημα διατύπωνε συχνά ο Φράνσις Κρικ στους φοιτητές του, προκειμένου να καταδείξει πόσο άγνωστο είναι ακόμη το φαινόμενο της ζωής για την επιστήμη. Πράγματι, μια μαρουλοσαλάτα θα μπορούσε να θεωρηθεί από πολλούς ως ένας οργανισμός που έχει ζωή, καθώς αποτελείται από κύτταρα που φωτοσυνθέτουν και αναπαράγονται. Άλλοι, όχι άδικα, θα μπορούσαν να αντιτείνουν ότι μια μαρουλοσαλάτα αποτελεί κυρίως ένα ανθρώπινο κατασκεύασμα.

Βέβαια, αν η ανθρώπινη γνώση είχε αποσαφηνίσει με επιστημονικούς όρους τι είναι ζωή, το παράδοξο ερώτημα του Κρικ και πολύ περισσότερο το ερώτημα αν οι ιοί αποτελούν έμβια όντα ή όχι θα είχαν σαφή και αδιαμφισβήτητη απάντηση.

Σύμφωνα με έναν ορισμό, «οργανισμός είναι μια αυτοτελής μονάδα στην οποία υπάρχουν ανεξάρτητες δομές και λειτουργίες, που έχουν ως σκοπό την επιβίωση ενός πληθυσμιακού αθροίσματος παρόμοιων μονάδων». Από τον ορισμό αυτό συνάγεται πως ο άνθρωπος είναι ένας οργανισμός, τα κύτταρά του όμως, αν και ζωντανά, δεν είναι οργανισμοί. Από την άλλη μεριά, στους μονοκύτταρους οργανισμούς το κύτταρο αντιπροσωπεύει την ανεξάρτητη μονάδα, δηλαδή τον οργανισμό. Έτσι, αν δεχτούμε τον παραπάνω ορισμό, οι ιοί δε θεωρούνται οργανισμοί, αφού στερούνται λειτουργικής ανεξαρτησίας.

Σύμφωνα με άλλον ορισμό του οργανισμού, με τον οποίο δίνεται έμφαση στην ατομικότητα, στην ιστορική συνέχεια και στην εξελικτική ανεξαρτησία, οι ιοί θεωρούνται οργανισμοί, αφού αναπαράγονται, επιζούν μετά το θάνατο του ξενιστή τους και μπορούν να εξελιχθούν ανεξάρτητα από τον οργανισμό στον οποίο δημιουργήθηκαν. Αντίθετα, τα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού δεν εξελίσσονται ανεξάρτητα και επομένως δεν αποτελούν οργανισμό.

Η αμηχανία μας να τοποθετήσουμε τους ιούς σε μία από τις δύο κατηγορίες δεν απηχεί παρά τη δυσκολία μας να απαντήσουμε στο τι είναι ζωή ή έμβιος οργανισμός.

### Πολλαπλασιασμός των ιών

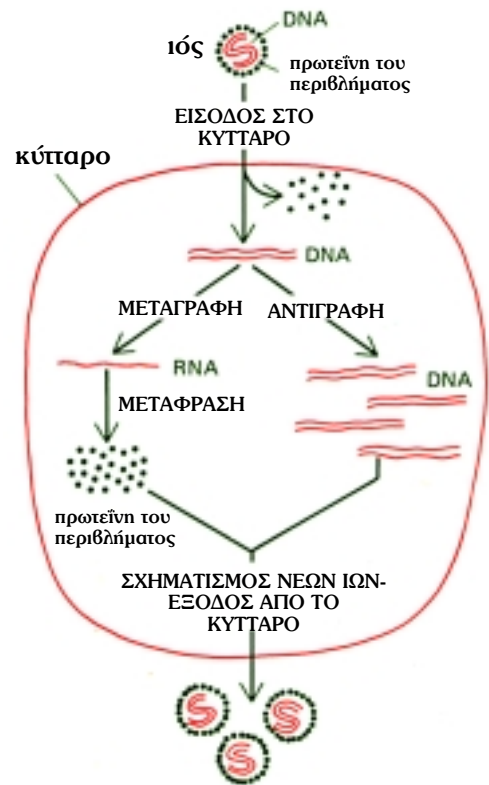
Ο πολλαπλασιασμός των ιών γίνεται στο εσωτερικό των κυττάρων - ξενιστών όπου παρασιτούν. Για να εισέλθει ο ιός σε ένα κύτταρο, πρέπει αρχικά να προσκολληθεί στην επιφάνειά του. Οι ιοί που διαθέτουν έλυτρο μπορούν είτε να εισέλθουν ολόκληροι μέσα στο κύτταρο - ξενιστή είτε το έλυτρό τους να παραμείνει έξω από το κύτταρο, προσκολλημένο στην επιφάνειά του. Σε κάθε περίπτωση το νουκλεϊκό οξύ του ιού απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα. Στους ιούς που διαθέτουν μόνο καψίδιο, αυτό συνήθως παραμένει προσκολλημένο στην επιφάνεια του κυττάρου και στο εσωτερικό του κυττάρου εισέρχεται μόνο το νουκλεϊκό οξύ του ιού. Από τη στιγμή που

το νουκλεϊκό οξύ του ιού εισέλθει στο εσωτερικό του κυττάρου είναι δυνατό να ξεκινήσει ο πολλαπλασιασμός του ιού με τη βοήθεια των μηχανισμών και των ενζύμων του κυττάρου - ξενιστή.

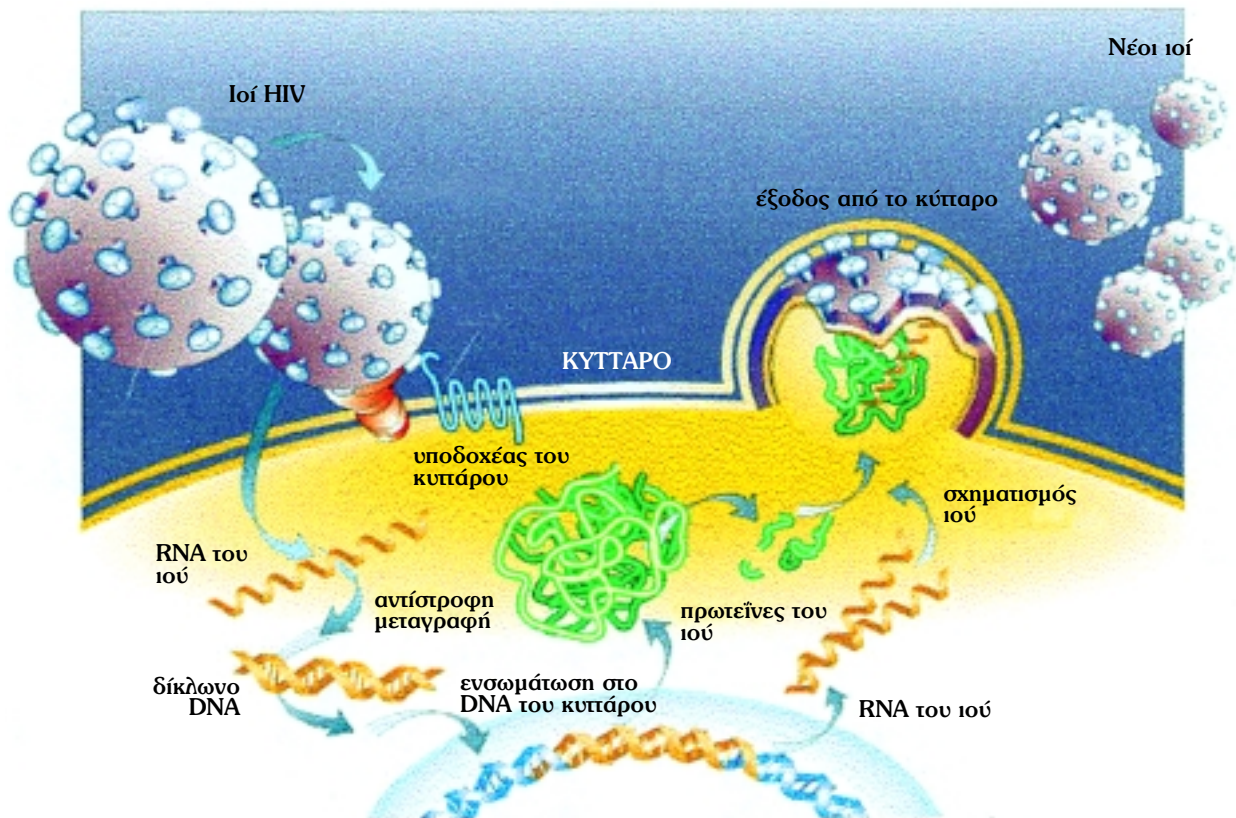
Ο πολλαπλασιασμός των ιών με δίκλωνο DNA, όπως είναι οι ερπητοϊοί, γίνεται στον πυρήνα του κυττάρου - ξενιστή. Μετά την είσοδο του γενετικού υλικού του ιού στο κύτταρο το δίκλωνο DNA του ιού είναι δυνατό να ενσωματωθεί στο γονιδίωμα του κυττάρου και να παραμείνει σε λανθάνουσα κατάσταση για κάποιο χρονικό διάστημα. Στην περίπτωση αυτή το DNA του ιού μπορεί να διπλασιάζεται μαζί με το γονιδίωμα του κυττάρου - ξενιστή, όταν αυτό διαιρείται. Κάτω όμως από την επίδραση διά-

φορων ερεθισμάτων είναι δυνατή η ενεργοποίηση και η έκφραση του DNA του ιού. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής είναι ο σχηματισμός πολλών ιών. Οι νέοι ιοί θα απελευθερωθούν από το κύτταρο - ξενιστή και θα μολύνουν άλλα κύτταρα, με δυσάρεστες συνέπειες για την εύρυθμη λειτουργία και την επιβίωση του οργανισμού.

Από τους RNA ιούς ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο πολλαπλασιασμός των ρετροϊών, μιας ειδικής κατηγορίας RNA ιών, στους οποίους ανήκει και ο ιός που προκαλεί το AIDS. Το γενετικό υλικό των ιών αυτών περιλαμβάνει δύο μονόκλινα μόρια RNA, καθένα από τα οποία είναι συνδεδεμένο με ένα μόριο αντίστροφης μεταγραφάσης, ένα ένζυμο που καταλύει την αντίστροφη μεταγραφή, δηλαδή τη σύνθεση DNA με πρότυπο RNA. Μετά την είσοδο του γενετικού υλικού του ιού στο κύτταρο - ξενιστή το RNA του ιού λειτουργεί ως πρότυπο για την παραγωγή ενός μονόκλωνου



Εικόνα 1.8: Πολλαπλασιασμός ιού DNA



Εικόνα 1.9: Πολλαπλασιασμός ρετροϊού (HIV)

μορίου DNA. Το μόριο αυτό, αφού γίνει δίκλωνο χρησιμοποιώντας τα ένζυμα του κυττάρου, ενσωματώνεται στο γενετικό υλικό του κυττάρου. Στην περίπτωση αυτή, κάθε φορά που το κύτταρο αντιγράφει το DNA του προκειμένου να αναπαραχθεί, αντιγράφεται και το γενετικό υλικό του ιού που έχει ενσωματωθεί σ' αυτό. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να αναπαραχθούν γενιές κυττάρων που θα φέρουν και τις γενετικές πληροφορίες του ιού. Κάποια στιγμή, για λόγους που δεν είναι πάντοτε σαφείς, το γενετικό υλικό του ιού ενεργοποιείται, μεταγράφεται και μεταφράζεται, με αποτέλεσμα την παραγωγή νέων ιικών μορίων RNA και πρωτεϊνών. Από το συνδυασμό τους πα-

ράγονται νέοι ιοί, οι οποίοι, αφού εγκαταλείψουν το προσβεβλημένο κύτταρο, μολύνουν με την ίδια διαδικασία άλλα κύτταρα.

### ΚΥΤΤΑΡΟΜΕΓΑΛΟΪΟΣ (CMV)

Ο κυτταρομεγαλοϊός (Cyto-megalo-virus, CMV) προκαλεί την πιο συχνή ιογενή λοίμωξη κατά την κύηση. Ο κυτταρομεγαλοϊός ανήκει στην κατηγορία των ερπητοϊών (DNA ιοί) και περιλαμβάνει τους ιούς Herpes Simplex 1 και 2, τον ιό της ανεμοβλογιάς και τον ιό Epstein-Barr. Ο ιός αυτός ανήκει στους παλαιότερους ιούς που προσβάλλουν τον άνθρωπο και δεν προκαλεί ιδιαίτερα συμπτώματα, όταν μολύνει τους ενήλικες, εκτός από ελαφρά αδιαθεσία με χαμηλό πυρετό. Μετά την πρώτη λοίμωξη ο ιός παραμένει στον οργανισμό για όλη του τη ζωή και κάτω από ορισμένες συνθήκες μπορεί να επαναδραστηριοποιηθεί (αναζωπύρωση του ιού). Η αιτία της αναζωπύρωσης δεν είναι γνωστή. Στη φάση αυτή αποβάλλεται με το σάλιο, το αίμα, τα δάκρυα και το σπέρμα. Έτσι ένας φαινομενικά υγιής άνθρωπος μπορεί να αποτελέσει πηγή μόλυνσης για το περιβάλλον του.

Η μετάδοση του ιού γίνεται είτε μέσω της αναπνευστικής οδού και των σεξουαλικών σχέσεων (συχνότερα στην εφηβεία και την πρώιμη ενήλικη ζωή) είτε από τη μητέρα στο έμβρυο κατά τη διάρκεια της κύησης. Από τα υπάρχοντα στοιχεία φαίνεται ότι ο CMV έχει μολύνει ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού. Τελευταίες έρευνες αποδεικνύουν ότι κατά μέσο όρο τα 2/3 περίπου του πληθυσμού παγκοσμίως είναι φορείς του ιού. Για την Ελλάδα οι μελέτες δείχνουν ότι δεν αποκλίνει από τον παραπάνω μέσο όρο. Έτσι, αν σκεφτεί κανείς το μεγάλο αριθμό των γυναικών που έχουν μολυνθεί με τον ιό, είναι προφανές ότι ο κυτταρομεγαλοϊός είναι η συχνότερη ιογενής λοίμωξη κατά τη διάρκεια της κύησης.

Τα έμβρυα μολύνονται με τον CMV από τη μητέρα τους είτε από λοίμωξη που έπαθε αυτή για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια της κύησης είτε από αναζωπύρωση παλαιάς λοίμωξης. Στις περισσότερες περιπτώσεις οφείλεται σε αναζωπύρωση της λοίμωξης. Συνέπεια πάντως της προσβολής των εμβρύων από τον CMV είναι η γέννηση παιδιών με προβλήματα στη λειτουργία του Κ.Ν.Σ., δηλαδή με νευροψυχικές ανωμαλίες, όπως ψυχοκινητική καθυστέρηση, απώλεια ακοής, τύφλωση, μικροκεφαλία, πετέχια (δηλαδή εμφάνιση αιμορραγικών κηλίδων στο δέρμα χωρίς τραυματική αφορμή). Έτσι είναι παραπάνω από προφανής η ανάγκη προγεννητικού ελέγχου σε όλες τις γυναίκες.

## Η νόσος των τρελών αγελάδων - Τρελές αγελάδες ή απερίσκεπτοι άνθρωποι;

Το Δεκέμβριο του 1986 εμφανίστηκε στη Βρετανία η νόσος των βοοειδών, που ονομάστηκε από τον Τύπο «ασθένεια των τρελών αγελάδων». Επρόκειτο για σπογγώδη εγκεφαλοπάθεια, μια κατηγορία σπάνιων νοσημάτων του κεντρικού νευρικού συστήματος, που μέχρι τότε ήταν γνωστό ότι προσβάλλει τα πρόβατα (νόσος scrapie) και τον άνθρωπο (νόσος kuru, νόσος Creutzfeldt-Jakob). Η νόσος των βοοειδών εξελίχθηκε σε επιδημία, ενώ το 1996 ανακοινώθηκε επισήμως ότι είχε μεταδοθεί και στον άνθρωπο. Η κτηνοτροφία στη Βρετανία κατέρρευσε, εκατομμύρια βοοειδή θανατώθηκαν για προληπτικούς λόγους, ενώ μέχρι το Σεπτέμβριο του 2000 80 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους από τη νέα μορφή σπογγώδους εγκεφαλοπάθειας.



Ανακαλύφθηκε ότι ο μολυσματικός παράγοντας στις σπογγώδεις εγκεφαλοπάθειες δεν είναι ιός, δεν είναι βακτήριο ούτε παράσιτο, αλλά μια παθολογική πρωτεΐνη. Όταν η πρωτεΐνη αυτή βρεθεί σε υγιή οργανισμό, τροποποιεί τις φυσιολογικές πρωτεΐνες των νευρικών κυττάρων και καταστρέφει τα νευρικά κύτταρα, προκαλώντας τελικά το θάνατο του οργανισμού. Ο νέος μολυσματικός παράγοντας ονομάστηκε «πράιον» (prion). Αποκαλύφθηκε τότε μια ανατριχιαστική πρακτική που είχε τεθεί σε εφαρμογή στην κτηνοτροφία από το 1926, «χωρίς να έχει παρουσιαστεί κανένα πρόβλημα», όπως σημειώνουν οι αρμόδιοι: ότι περίσσευε από τα σφάγια και δεν μπορούσε να διοχετευθεί στην ανθρώπινη κατανάλωση, ενσωματωνόταν στις ζωοτροφές, προκειμένου να αυξηθεί η παραγωγή γάλακτος στα εκτρεφόμενα ζώα.

Η αρχική αιτία εμφάνισης της νόσου στα βοοειδή παραμένει άγνωστη. Όμως η εξάπλωσή της συνδέεται οπωσδήποτε με την προσθήκη ζωικών ιστών από μολυσμένα ζώα στις ζωοτροφές. Η σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια των βοοειδών δεν έχει ακόμη εξαλειφθεί στη Βρετανία, ενώ έχει εμφανιστεί και σε άλλες χώρες της Ευρώπης. Ευτυχώς η νόσος μεταδίδεται πιο εύκολα στο ίδιο είδος (από βοοειδές σε βοοειδές) παρά από το ένα είδος στο άλλο (από βοοειδές στον άνθρωπο). Επιπλέον όλοι οι άνθρωποι δεν έχουν την ίδια ευπάθεια στη νόσο. Στην Ελλάδα δεν έχει ακόμη καταγραφεί κανένα κρούσμα είτε στα βοοειδή είτε στον άνθρωπο.

Η θλιβερή αυτή ιστορία δείχνει ότι πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί σε κάθε νέα μέθοδο ή πρακτική που συνδέεται με την παραγωγή της τροφής. Κι αυτό γιατί είναι πιθανό, εκτός από την προσδοκώμενη αύξηση της παραγωγής, να υπάρξει κάποια απρόβλεπτη εξέλιξη, κάποιο κόστος που θα «πληρωθεί» δεκαετίες αργότερα. Μετατρέψαμε τις φυτοφάγες αγελάδες σε σαρκοφάγες, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα κέρδη από την αύξηση της παραγωγής και να καλυφθούν, υποτίθεται, οι ανάγκες διατροφής του ολοένα αυξανόμενου ανθρώπινου πληθυσμού. Το τίμημα που καλούμαστε να πληρώσουμε, 50 χρόνια αργότερα, δεν ξέρουμε ακόμη πόσο βαρύ θα αποδειχθεί ότι είναι.



### 1.2.2 Μετάδοση και αντιμετώπιση των παθογόνων μικροοργανισμών

Η είσοδος ενός παθογόνου μικροοργανισμού στον οργανισμό του ανθρώπου ονομάζεται **μόλυνση**, ενώ η εγκατάσταση και ο πολλαπλασιασμός του ονομάζεται **λοιμώξη**. Οι ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς ονομάζονται **λοιμώδη νοσήματα**.



Εικόνα 1.10: Η Νάπολη προσβάλλεται από πανώλη (πίνακας 17ου αιώνα). Τα λοιμώδη νοσήματα αποδεκάτιζαν κάποτε την ανθρωπότητα.

Μια ασθένεια, για να θεωρηθεί λοιμώδης, πρέπει να ικανοποιεί κάποιες προϋποθέσεις. Ο Ρ. Κοχ, μελετώντας το 1882 τον τρόπο μετάδοσης της φυματίωσης, διατύπωσε τις προϋποθέσεις αυτές που ονομάστηκαν «**κριτήρια του Κοχ**». Σύμφωνα με τα κριτήρια αυτά, μια ασθένεια οφείλεται σε έναν παθογόνο μικροοργανισμό, όταν ο μικροοργανισμός αυτός:

- Ανιχνεύεται στους ιστούς ή στα υγρά του ασθενούς ή στον οργανισμό ατόμων που πέθαναν από αυτή την ασθένεια.
- Μπορεί να απομονωθεί και να καλλιεργηθεί στο εργαστήριο.
- Μπορεί να προκαλέσει την ίδια ασθένεια σε πειραματόζωα αλλά και να απομονωθεί εκ νέου από αυτά.

Πολλά μικρόβια απειλούν την υγεία μας μέσω των ουσιών που παράγουν. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται **τοξίνες** και διακρίνονται σε ενδοτοξίνες και εξωτοξίνες.

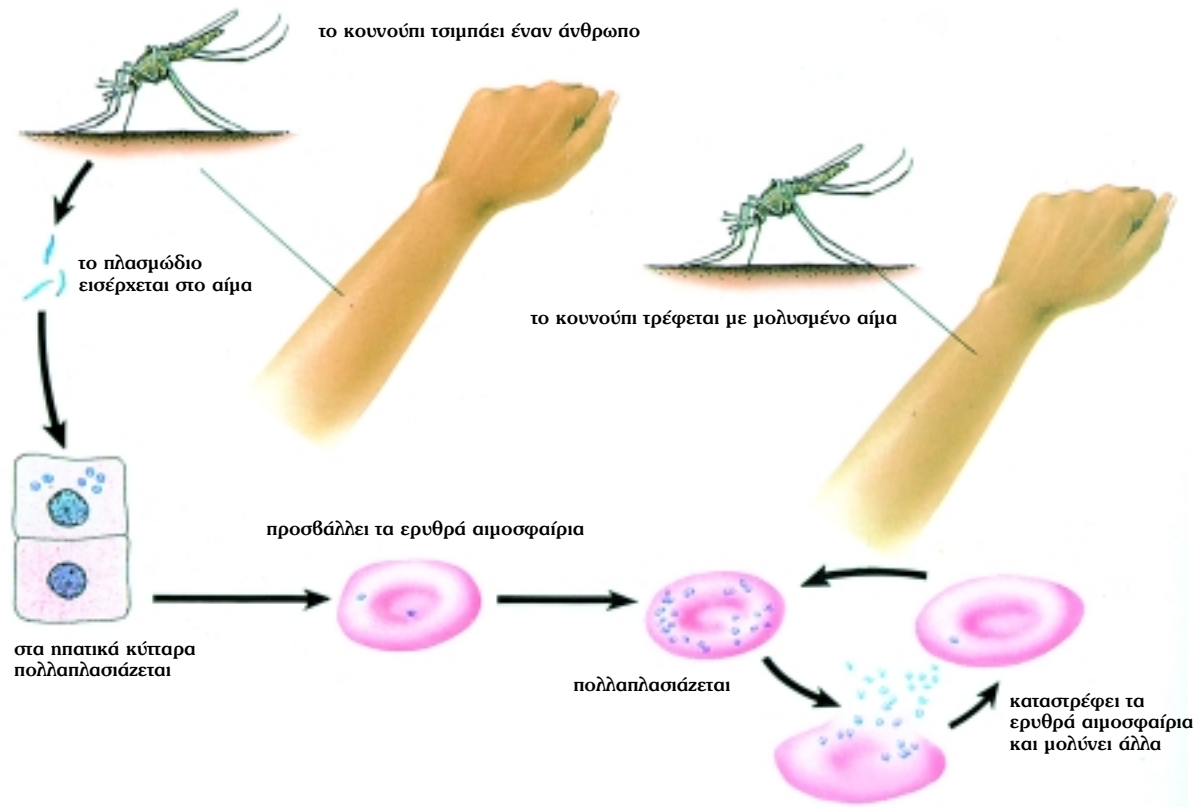
Οι **ενδοτοξίνες** βρίσκονται στο κυτταρικό τοίχωμα ορισμένων παθογόνων βακτηρίων και είναι υπεύθυνες για συμπτώματα όπως ο πυρετός, η πτώση της πίεσης του αίματος κ.ά.

Οι **εξωτοξίνες** εκκρίνονται από τα παθογόνα βακτήρια και με την κυκλοφορία του αίματος διασπείρονται στο εσωτερικό του ανθρώπινου οργανισμού και προσβάλλουν, ανάλογα με τη φύση τους, συγκεκριμένα όργανα.

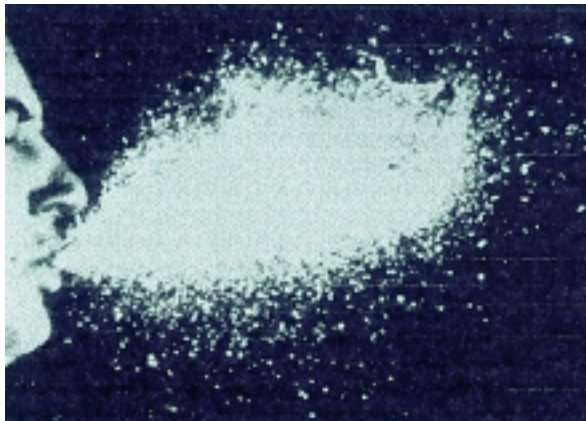
Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μεταδίδονται στον άνθρωπο με την τροφή και το νερό, με την επαφή με μολυσμένα ζώα, με τα σταγονίδια του βήχα ασθενούς ατόμου, με την άμεση επαφή με μολυσμένα άτομα, καθώς και με την έμμεση επαφή με αντικείμενα που έχουν χρησιμοποιηθεί από μολυσμένο άτομο. Συνήθως εισέρχονται στον οργανισμό από κάποια ασυνέχεια του δέρματος ή από τους βλεννογόνους που υπάρχουν σε κοιλότητες του οργανισμού όπως το στόμα, το στομάχι, ο κόλπος.



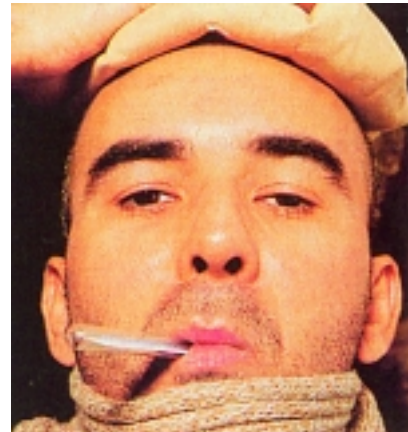
Εικόνα 1.11: Ρ. Κοχ



Εικόνα 1.12: Μετάδοση της ελονοσίας από το κουνούπι



Εικόνα 1.13: Με το βήχα ή το φτέρνισμα μεταδίδονται παθογόνοι μικροοργανισμοί



Εικόνα 1.14: Θερμομέτρηση

Η πρόληψη των μολύνσεων από παθογόνους μικροοργανισμούς αλλά και η αντιμετώπιση των λοιμώξεων προϋποθέτουν τη γνώση των μηχανισμών ανάπτυξης και πολλαπλασιασμού των συγκεκριμένων μικροβίων. Η γνώση αυτή αποτέλεσε ένα σημαντι-

κό όπλο στην προσπάθεια του ανθρώπου να αντιμετωπίσει πολλές μεταδοτικές ασθένειες.

Η υιοθέτηση και η τήρηση των κανόνων προσωπικής και δημόσιας υγιεινής αποτελούν αναγκαίες προϋποθέσεις για την απο-

φυγή μετάδοσης ασθενειών που οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Το δέρμα, τα μαλλιά και ειδικά τα χέρια πρέπει να πλένονται τακτικά. Τρόφιμα, όπως τα λαχανικά, θα πρέπει να πλένονται καλά, ενώ άλλα, όπως το γάλα, θα πρέπει να παστεριώνονται. Με την παστερίωση το γάλα θερμαίνεται στους 62°C για μισή ώρα, οπότε καταστρέφονται όλα τα παθογόνα αλλά και τα περισσότερα μη παθογόνα μικρόβια, ενώ συγχρόνως διατηρείται η γεύση του. Το νερό θα πρέπει να χλωριώνεται και η χλωρίωσή του να ελέγχεται συνεχώς, έτσι ώστε να μην υπάρχει η δυνατότητα ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών. Για την αποφυγή μετάδοσης αφροδισίων νοσημάτων συνιστάται η χρήση προφυλακτικού κατά τη σεξουαλική επαφή.



Εικόνα 1.15: Αλεξάντερ Φλέμινγκ

Σήμερα η αντιμετώπιση των βακτηριακών λοιμώξεων στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στα αντιβιοτικά. Τα **αντιβιοτικά** είναι χημικές ουσίες με αντιμικροβιακή δράση που παράγονται από βακτήρια, μύκητες και φυτά. Το πρώτο αντιβιοτικό, η πενικιλίνη, ανακαλύφθηκε τυχαία από τον Αλεξάντερ Φλέμινγκ το 1929, όταν παρατήρησε ότι η ανάπτυξη των βακτηριακών κυττάρων είχε ανασταλεί σε καλλιέργειες στις οποίες τυχαία είχε αναπτυχθεί ένας μύκητας του γένους *Penicillium*.

Τα αντιβιοτικά δρουν αναστέλλοντας ή παρεμποδίζοντας κάποια ειδική βιοχημική αντίδραση του μικροοργανισμού. Όλα τα γνωστά αντιβιοτικά δρουν σύμφωνα με έναν από τους παρακάτω μηχανισμούς:

- Παρεμποδίζουν τη σύνθεση του κυτταρικού τοιχώματος των μικροοργανισμών (π.χ. η πενικιλίνη).
- Αναστέλλουν κάποια αντίδραση του μεταβολισμού των μικροοργανισμών.
- Παρεμβαίνουν στις λειτουργίες αντιγραφής, μεταγραφής και μετάφρασης του γενετικού υλικού των μικροοργανισμών.
- Προκαλούν διαταραχές στη λειτουργία της πλασματικής μεμβράνης.

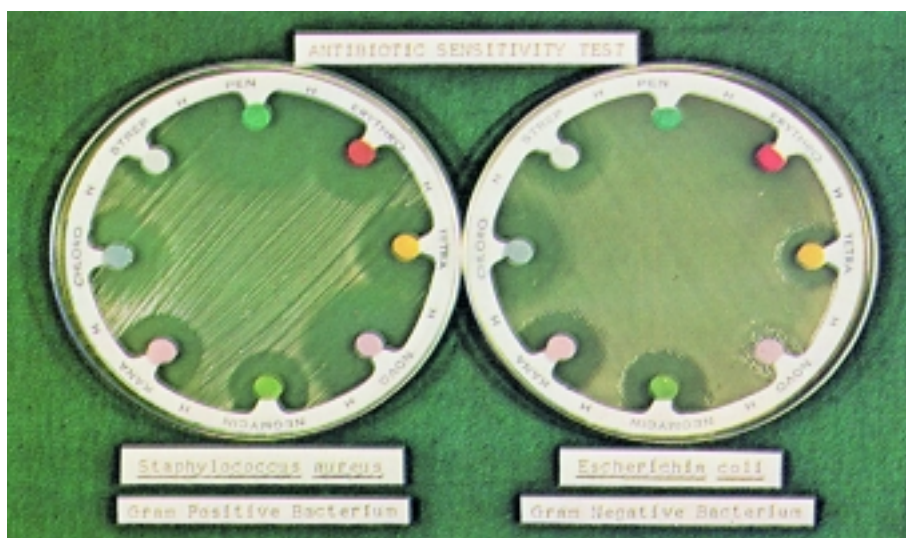


Εικόνα 1.16: Αντιβιοτικά

Από βακτήρια παράγεται το 5% περίπου των αντιβιοτικών που κυκλοφορούν σήμερα. Όλα τα αντιβιοτικά βακτηριακής προέλευσης παράγονται από το γένος *Bacillus*. Αυτά είναι οι πολυμυξίνες, η τυροσιδίνη κ.ά. Το 20% περίπου των γνωστών αντιβιοτικών παράγεται από μύκητες. Οι μύκητες παράγουν πενικιλίνες, κεφαλοσπορίνες κ.ά. Τα περισσότερα όμως αντιβιοτικά παράγονται από τους ακτινομύκητες, κυρίως από το γένος *Streptomyces*. Στα αντιβιοτικά αυτά υπάγονται η χλωραμφαινικόλη, η στρεπτομυκίνη, η ερυθρομυκίνη, οι τετρακυκλίνες κ.ά.

Τα αντιβιοτικά δρουν επιλεκτικά, με την έννοια ότι βλάπτουν **μόνο τους μικροοργανισμούς** και όχι τα κύτταρα του ανθρώπου. Επειδή τα αντιβιοτικά, γενικά, δρουν αναστέλλοντας την παραγωγή ουσιών στα βακτήρια, στους μύκητες και στα πρωτόζωα, δεν είναι αποτελεσματικά έναντι των ιών, καθώς αυτοί δε διαθέτουν δικό τους μεταβολικό μηχανισμό, αφού αποτελούν υποχρεωτικά κυτταρικά παράσιτα.

Η ανακάλυψη των αντιβιοτικών έφερε επανάσταση στην αντιμετώπιση των βακτηριακών λοιμώξεων. Παρ' όλα αυτά η αλόγιστη χρήση τους έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία στελεχών βακτηρίων που είναι ανθεκτικά στα αντιβιοτικά. Λόγω του γεγονότος αυτού γίνεται όλο και μεγαλύτερη η ανάγκη για την ανακάλυψη νέων αντιβιοτικών.



Εικόνα 1.17:

Στα δύο τρυβλία με καλλιέργειες βακτηρίων δεν παρατηρείται αύξηση των βακτηρίων γύρω από τους χρωματισμένους δίσκους που περιέχουν αντιβιοτικά.

### Σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα

Τα σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα, αυτά δηλαδή που μεταδίδονται κατά κύριο λόγο με τη σεξουαλική επαφή, είναι ευρέως διαδεδομένα σε όλες τις χώρες του κόσμου και αποτελούν ένα σημαντικό πρόβλημα υγείας. Προκαλούν στειρότητα, νοσηρότητα, ακόμη και θνησιμότητα.

Κάθε χρόνο σε όλο τον κόσμο αναφέρονται περίπου 250 εκατομμύρια περιστατικά σεξουαλικά μεταδιδόμενων νοσημάτων. Έχει υπολογιστεί ότι το 1/3 από αυτά αφορά εφήβους. Εκτός από τη σεξουαλική επαφή, τα περισσότερα από αυτά μπορούν να μεταδοθούν μέσω του αίματος ή των παραγώγων του (π.χ. σε περιπτώσεις μετάγγι-

σης ή χρήσης μολυσμένης σύριγγας), καθώς και από τη μολυσμένη μητέρα στο έμβryo.

Τα πιο συνηθισμένα σεξουαλικά μεταδιδόμενα νοσήματα είναι:

1. **Από βακτήρια:** η σύφιλη, η γονοκοκκική ουρηθρίτιδα (ή γονόρροια) και η λοίμωξη από χλαμύδια.
2. **Από ιούς:** ο απλός έρπητας, η λοίμωξη από ιούς των ανθρώπινων θηλωμάτων, το AIDS, η ηπατίτιδα Β και η ηπατίτιδα C.
3. **Από πρωτόζωα:** η λοίμωξη από τριχομονάδα.
4. **Από μύκητες:** η λοίμωξη από κάντιντα.

## Σύφιλη

Πρόκειται για μια χρόνια σοβαρή νόσο, που οφείλεται σε βακτήριο και εξελίσσεται σε τρία στάδια. Για τη θεραπεία της σύφιλης χορηγείται το αντιβιοτικό πενικιλίνη, ενώ δεν υπάρχει εμβόλιο για την προστασία του οργανισμού από τη νόσο. Η διάγνωση της νόσου γίνεται με ειδικές εξετάσεις στο αίμα. Όσο νωρίτερα γίνεται η διάγνωση, τόσο πιο αποτελεσματική είναι η θεραπεία με πενικιλίνη. Ένα άτομο που προσβλήθηκε από το βακτήριο και θεραπεύτηκε μπορεί να μολυνθεί ξανά, αν έρθει σε σεξουαλική επαφή με ένα μολυσμένο σύντροφο.

## Γονοκοκκική ουρηθρίτιδα (γονόρροια)

Η γονόρροια είναι πιο διαδεδομένη από τη σύφιλη. Τα συμπτώματά της στους άντρες είναι φλεγμονή στην ουρήθρα (ουρηθρίτιδα) με έκκριση λευκού, παχύρρευστου υγρού με πύον και πόνο κατά την ούρηση. Αν δε γίνει θεραπεία, η φλεγμονή προχωρεί στον προστάτη και στους όρχεις και μπορεί να προκαλέσει στειρότητα. Στις γυναίκες το βακτήριο προκαλεί επίσης ουρηθρίτιδα και πόνο κατά την ούρηση, καθώς και αυξημένα κολπικά εκκρίματα. Υπάρχει όμως και ένα μεγάλο ποσοστό γυναικών που είναι ασυμπτωματικοί φορείς, δηλαδή δεν έχουν συμπτώματα και έτσι δε γνωρίζουν ότι έχουν μολυνθεί και δεν ακολουθούν την κατάλληλη θεραπεία. Στο 15-30% αυτών των περιπτώσεων η μόλυνση προχωρεί στον τράχηλο, στη μήτρα και τελικά στις σάλπιγγες, προκαλώντας στειρότητα.



Το βακτήριο *Treponema pallidum* που προκαλεί τη σύφιλη.

## Λοίμωξη από ιούς των ανθρώπινων θηλωμάτων

Οι ιοί αυτοί προκαλούν τα γεννητικά κονδυλώματα, νόσο πολύ συχνή ανάμεσα στα νεαρά άτομα και των δύο φύλων. Οι τελευταίες στατιστικές δείχνουν μια τρομακτική αύξηση των κρουσμάτων, η οποία ενδεχομένως αντικατοπτρίζει το μεγάλο αριθμό των ασυμπτωματικών φορέων που διασπείρουν τη νόσο, συχνά χωρίς να το γνωρίζουν οι ίδιοι. Τα συμπτώματα είναι ήπιες υπερπλασίες των επιθηλιακών κυττάρων της περιοχής που μολύνθηκε (του δέρματος ή των βλεννογόνων). Οι αλλοιώσεις αυτές μπορεί να είναι ορατές (π.χ. τα οξυτενή κονδυλώματα) ή μη ορατές. Εμβόλιο αλλά και θεραπεία δεν υπάρχει. Υπάρχει μόνο η δυνατότητα αντιμετώπισης των κονδυλωμάτων με τοπικά μέσα.

## Λοίμωξη από χλαμύδια

Η λοίμωξη από χλαμύδια πιθανολογείται ότι είναι το πιο συχνό σεξουαλικά μεταδιδόμενο νόσημα στις μέρες μας. Τα συμπτώματά της μοιάζουν πολύ με αυτά της γονοκοκκικής ουρηθρίτιδας, σε πιο ήπια όμως μορφή (γι' αυτό και η νόσος ονομάζεται μη γονοκοκκική ουρηθρίτιδα). Στους άντρες παρουσιάζεται ουρηθρίτιδα με έκκριση λευκού-γκρίζου λεπτόρρευστου υγρού και στις γυναίκες με αυξημένα κολπικά εκκρίματα, επώδυνη ούρηση και κοιλιακό πόνο. Και στην περίπτωση αυτή υπάρχουν πολλοί ασυμπτωματικοί φορείς (άντρες και γυναίκες). Η διάγνωση της νόσου γίνεται με κυτταροκαλλιέργεια ουρηθρητικού ή κολπικού εκκρίματος, καθώς και με ειδικές εξετάσεις στο αίμα. Η θεραπεία γίνεται με κατάλληλα αντιβιοτικά, ενώ εμβόλιο δεν υπάρχει.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο άνθρωπος ζει σε ένα περιβάλλον που συνεχώς μεταβάλλεται. Για την εύρυθμη λειτουργία του οργανισμού είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός σταθερού εσωτερικού περιβάλλοντος. Η ικανότητα του οργανισμού να διατηρεί σταθερές τις συνθήκες του εσωτερικού του περιβάλλοντος, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές μεταβολές, ονομάζεται ομοιόσταση. Κάθε διαταραχή της ομοιόστασης μπορεί να προκαλέσει την εκδήλωση διάφορων ασθενειών.

Ένα σημαντικό ποσοστό των ασθενειών που πλήττουν τον άνθρωπο οφείλεται στους παθογόνους μικροοργανισμούς. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί μπορεί να είναι ευκαρυωτικοί (πρωτόζωα, μύκητες) ή προκαρυωτικοί (βακτήρια). Οι ιοί αποτελούν ακυτταρικές, μη αυτοτελείς μορφές ζωής.

Τα πρωτόζωα είναι μονοκύτταροι ευκαρυωτικοί οργανισμοί. Τα περισσότερα αναπαράγονται μονογονικά με διχοτόμηση. Κινούνται είτε σχηματίζοντας ψευδοπόδια (αμοιβάδα) είτε με τις βλεφαρίδες ή τα μαστίγια που διαθέτουν. Από τα παθογόνα πρωτόζωα αξίζει να αναφερθούν το πλασμώδιο, το τρυπανόσωμα, η ιστολυτική αμοιβάδα, το τοξόπλασμα.

Οι μύκητες είναι ευκαρυωτικοί μονοκύτταροι ή κοινοκυτταρικοί οργανισμοί, δηλαδή οργανισμοί που διαθέτουν κυτταρόπλασμα με πολυάριθμους πυρήνες. Οι περισσότεροι μύκητες σχηματίζονται από απλούστερες νηματοειδείς δομές, τις υφές. Οι μύκητες παρασιτούν σε ζωντανούς οργανισμούς ή ζουν ελεύθεροι στο έδαφος, στο νερό, στον αέρα, στα τρόφιμα. Τα νοσήματα που προκαλούνται στον άνθρωπο από τους παθογόνους μύκητες ονομάζονται γενικά μυκητιάσεις.

Τα βακτήρια είναι προκαρυωτικοί οργανισμοί. Σχηματίζουν αθροίσματα, τις αποικίες. Το σχήμα τους είναι ελικοειδές (σπειρούλλια), σφαιρικό (κόκκοι) ή ραβδοειδές (βάκιλοι). Τα βακτήρια αναπαράγονται κυρίως μονογονικά με απλή διχοτόμηση. Μερικά βακτήρια είναι παθογόνα και προκαλούν σοβαρές ασθένειες στον άνθρωπο, όπως το *Vibrio cholerae*, που προκαλεί τη χολέρα, και το *Treponema pallidum*, που προκαλεί τη σύφιλη.

Οι ιοί αποτελούνται από ένα πρωτεϊνικό περίβλημα με χαρακτηριστική γεωμετρία, το καψίδιο, μέσα στο οποίο προφυλάσσεται το γενετικό τους υλικό. Ορισμένοι ιοί διαθέτουν και ένα επιπλέον περίβλημα, το έλυτρο, το οποίο είναι λιποπρωτεϊνικής φύσης. Το γενετικό υλικό των ιών μπορεί να είναι είτε DNA είτε RNA και διαθέτει πληροφορίες για τη σύνθεση των πρωτεϊνών του περιβλήματος αλλά και για τη σύνθεση κάποιων ενζύμων απαραίτητων για τον πολλαπλασιασμό τους. Όμως τα περισσότερα ένζυμα, καθώς και τους μηχανισμούς αντιγραφής, μεταγραφής και μετάφρασης οι ιοί τα εξασφαλίζουν από τον ξενιστή τους και γι' αυτό χαρακτηρίζονται ως υποχρεωτικά κυτταρικά παράσιτα. Στις ιώσεις, δηλαδή τα νοσήματα που προκαλούνται από ιούς, περιλαμβάνονται απλές διαταραχές της υγείας, όπως είναι το κρυολόγημα ή η γρίπη, αλλά και σοβαρότερες, όπως είναι η πολιομυελίτιδα ή το AIDS.

Η είσοδος ενός παθογόνου μικροοργανισμού στον άνθρωπο ονομάζεται μόλυνση, ενώ η εγκατάσταση και ο πολλαπλασιασμός του ονομάζεται λοίμωξη.

Οι ασθένειες που προκαλούνται από παθογόνους μικροοργανισμούς ονομάζονται λοιμώδη νοσήματα. Τα εμβόλια αποτελούν σημαντικό όπλο στην πρόληψη πολλών ασθενειών που οφείλονται σε παθογόνους μικροοργανισμούς. Η τακτική προσωπική υγιεινή αλλά και γενικότερα η υιοθέτηση και η τήρηση κανόνων δημόσιας υγιεινής είναι αναγκαίες προϋποθέσεις για την αποφυγή μετάδοσης τέτοιων ασθενειών. Ειδικά η αντιμετώπιση των βακτηριακών λοιμώξεων στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στα αντιβιοτικά.

## ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

Ομοιότητα	Έλυτρο
Ασθένεια	Αντίστροφη μεταγραφάση
Παθογόνοι μικροοργανισμοί	Μόλυνση
Μύκητες	Λοίμωξη
Μυκητιάσεις	Λοιμώδη νοσήματα
Βακτήρια	Εμβόλια
Ιοί	Βακτηριακές λοιμώξεις
Καψίδιο	Αντιβιοτικά

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ο οργανισμός του ανθρώπου προκειμένου να διατηρεί σταθερό το εσωτερικό του περιβάλλον είναι υποχρεωμένος να τροποποιεί συνεχώς τη λειτουργία του. Συμφωνείτε με την πρόταση; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας παραθέτοντας επιχειρήματα που θα αντλήσετε από το σχολικό εγχειρίδιο.
2. Πολλοί θεωρούν το σύνολο των μικροβίων απειλητικό για την υγεία του ανθρώπου. Συμφωνείτε με την άποψή τους; Με ποιους τρόπους ένα μικρόβιο μπορεί να πλήξει την υγεία του ανθρώπου;
3. Μερικοί θεωρούν ότι η δημιουργία ενδοσπορίων στα βακτήρια δεν αποτελεί τρόπο πολλαπλασιασμού τους. Είναι βάσιμη κατά τη γνώμη σας η άποψή τους;
4. Τρεις ημέρες μετά την αγορά και την κατανάλωση παστεριωμένου γάλατος σε κονσέρβα διαπιστώσατε ότι το υπόλοιπο του περιεχομένου της, παρά το ότι είχε τοποθετηθεί στο ψυγείο, «έκοψε». Τι μπορεί να συνέβη κατά τη γνώμη σας;
5. Είναι πιθανό να αποτελούμε ξενιστές για παθογόνους μικροοργανισμούς χωρίς να νοσούμε;

6. Ανάμεσα στα μέλη της επιστημονικής κοινότητας υπάρχουν αρκετοί που θεωρούν τους ιούς έμβια όντα, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι οι ιοί αποτελούν απλές χημικές ενώσεις. Με ποια από τις δύο απόψεις συμφωνείτε; Να αιτιολογήσετε την άποψή σας.
7. Να συγκρίνετε, όσον αφορά τη δομή και τη λειτουργία, τους προκαρυωτικούς οργανισμούς και τους ιούς.
8. Ένας ερευνητής μπέρδεψε τα τρία δείγματα μικροβίων (Α, Β, Γ) με τα οποία εργαζόταν. Αν το μικρόβιο Α διαθέτει μια κεντρική περιοχή όπου είναι συγκεντρωμένο το γενετικό υλικό, το μικρόβιο Β διαθέτει πολυάριθμους πυρήνες και το μικρόβιο Γ δεν έχει καθόλου πυρήνα, μπορείτε να τον βοηθήσετε να διαπιστώσει ποιο μικρόβιο είναι μύκητας, ποιο ιός και ποιο βακτήριο;
9. Μια βακτηριακή καλλιέργεια που ξεκίνησε από δύο βακτήρια μέσα σε χρόνο 60 λεπτών οκταπλασίασε τον πληθυσμό της. Κάθε πόσα λεπτά αναπαράγονται τα βακτήρια που την αποτελούν;
10. Αν πράγματι τα βακτήρια αναπαράγονται με τους ρυθμούς που βρήκατε στην προηγούμενη ερώτηση, για ποιο λόγο δεν καταλαμβάνουν εξ ολοκλήρου τον ανθρώπινο οργανισμό, όποτε τον μολύνουν;
11. Στα τέλη Σεπτεμβρίου στις Η.Π.Α. απελευθερώθηκε στο χώρο του κτιρίου μιας πολυεθνικής εταιρείας ένα πολύ επικίνδυνο παθογόνο βακτήριο, το οποίο απειλεί να προσβάλει τους εργαζόμενους στην εταιρεία με πιθανή συνέπεια το θάνατό τους. Από μετρήσεις που έγιναν στους χώρους του κτιρίου βρέθηκε ότι το βακτήριο διαιρείται κάθε 20 λεπτά και ότι το οριακό βάρος των βακτηρίων είναι  $B_{\text{οριακό}} = 2^{718} \text{ gr}$ , πέρα από το οποίο εξοντώνεται όλος ο πληθυσμός του κτιρίου. Δίνεται ότι το μέσο βάρος ενός βακτηρίου είναι  $2^{-12} \text{ gr}$ , ενώ στον παραπάνω χώρο απελευθερώθηκαν  $2^{10}$  βακτήρια. Σε πόσες ημέρες πρέπει να βρουν οι επιστήμονες το κατάλληλο αντιβιοτικό, ώστε να αποφευχθεί η καταστροφή;
12. Σε κάποιο τρόφιμο βρίσκονται πενήντα βακτήρια. Αν πολλαπλασιάζονται με μονογονική αναπαραγωγή (εγκάρσια διχοτόμηση) κάθε 15 λεπτά, υπολογίστε πόσα βακτήρια θα υπάρχουν στο τρόφιμο μετά από 24 ώρες. Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
13. Έστω ότι ο άνθρωπος έχει  $10^{14}$  κύτταρα και προσβάλλεται από εκατό στελέχη ενός ιού ο οποίος, θεωρητικά, δεν εμφανίζει εξειδίκευση σε κάποιον ιστό. Ένας ιός έχει τη δυνατότητα να μολύνει ένα κύτταρο. Εάν ο ιός πολλαπλασιάζεται μέσα σε 30 λεπτά δίνοντας 1.000 νέους ιούς οι οποίοι εξέρχονται του κυττάρου προκαλώντας την καταστροφή του, σε πόσο χρόνο θα προσβληθούν όλα τα κύτταρα του ανθρώπου;
14. Ένα ποτήρι με παστεριωμένο γάλα στο οποίο περιέχονται δύο ενδοσπόρια βακτηρίων ξεχάστηκε έξω από το ψυγείο. Αν οι συνθήκες που επικρατούν στο δωμάτιο είναι κατάλληλες για τη βλάστηση και τον πολλαπλασιασμό των ενδοσπορίων, ποιος θα είναι ο μεγαλύτερος αριθμός βακτηρίων που θα υπάρχουν στο ποτήρι μετά από 8 ώρες; (Να υπολογισθεί ότι τα βακτήρια διαιρούνται κάθε 20 λεπτά.)



### 1.3 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΑΜΥΝΑΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΥ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ - ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΑΝΟΣΙΑΣ

Η ανθρώπινη ζωή ξεκινά με τη δημιουργία του ζυγωτού κατά τη γονιμοποίηση. Το ζυγωτό, το πρώτο κύτταρο του νέου οργανισμού, περνά από διάφορα στάδια διαφοροποίησης και ανάπτυξης μέχρι το σχηματισμό των ιστών και των οργάνων. Η επιβίωση του ανθρώπινου οργανισμού εξαρτάται από τη συντονισμένη λειτουργία των ιστών και των οργάνων του. Παράλληλα όμως προϋποθέτει την προστασία του από εξωτερικούς παράγοντες που θα μπορούσαν να διαταράξουν αυτή τη συντονισμένη λειτουργία. Στους εξωτερικούς παράγοντες ανήκουν και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί ή οι ουσίες που παράγονται από αυτούς.

Η άμυνα του οργανισμού εναντίον αυτών των εξωτερικών παραγόντων επιτυγχάνεται με ένα σύνολο μηχανισμών, οι οποίοι μπορούν να διακριθούν τόσο με βάση τη θέση τους στο ανθρώπινο σώμα (εξωτερικοί - εσωτερικοί μηχανισμοί) όσο και με βάση την ιδιότητά τους να έχουν γενικευμένη (μη ειδική) ή εξειδικευμένη δράση (ειδική άμυνα).

Το αίμα, τόσο με τα έμμορφα συστατικά του (κύτταρα) όσο και με τα συστατικά του πλάσματος, αποτελεί το βασικότερο παράγοντα οργάνωσης της άμυνας (ειδικής και μη ειδικής) του ανθρώπινου οργανισμού. Όλα τα κύτταρα που συμμετέχουν στους μηχανισμούς άμυνας του οργανισμού μας προκύπτουν από τη διαφοροποίηση πολυδύναμων αιμοποιητικών κυττάρων, τα οποία βρίσκονται στον ερυθρό μυελό των οστών, που αποτελεί το κέντρο της αιμοποίησης.

#### 1.3.1 Μηχανισμοί μη ειδικής άμυνας

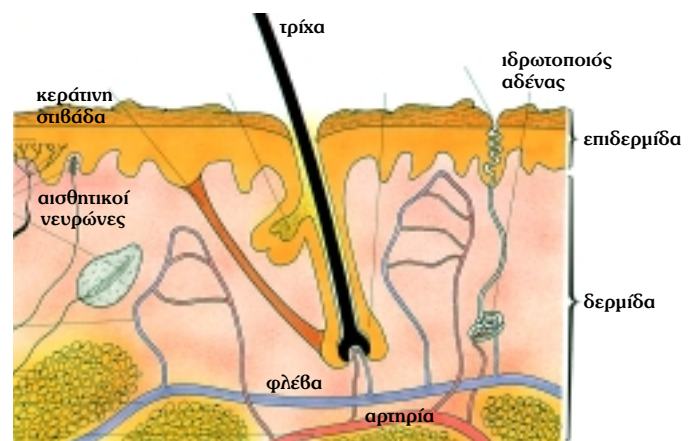
Βασικό χαρακτηριστικό της **μη ειδικής άμυνας** είναι η δυνατότητα αντιμετώπισης οποιουδήποτε παθογόνου μικροοργανισμού. Περιλαμβάνει μηχανισμούς που παρεμποδίζουν την είσοδο μικροοργανισμών στον

οργανισμό μας, αλλά και μηχανισμούς που αντιμετωπίζουν γενικά τους μικροοργανισμούς, αν καταφέρουν να εισέλθουν σ' αυτόν.

#### α. Μηχανισμοί που παρεμποδίζουν την είσοδο των μικροοργανισμών στον οργανισμό μας

Η είσοδος των μικροβίων στο ανθρώπινο σώμα μπορεί να γίνει είτε μέσω του δέρματος, που καλύπτει όλη την εξωτερική επιφάνειά του, είτε μέσω των βλεννογόνων, που καλύπτουν κοιλότητες του οργανισμού μας, όπως είναι οι βλεννογόνοι του πεπτικού ή του αναπνευστικού συστήματος κ.ά.

Το **δέρμα** εμποδίζει αποτελεσματικά την είσοδο των μικροβίων στον οργανισμό και λόγω της δομής του και λόγω των ουσιών που παράγονται από τους σμηγματογόνους και τους ιδρωτοποιούς αδένες του. Η κεράτινη στιβάδα, που αποτελεί ένα στρώμα νεκρών κυττάρων της επιδερμίδας, λειτουργεί ως φραγμός στην είσοδο των μικροβίων, ενώ το γαλακτικό οξύ και η λυσοζύμη (ένζυμο που διασπά το κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων), τα οποία περιέχονται στον ιδρώτα, και τα λιπαρά οξέα, τα οποία περιέχονται στο σμήγμα, δημιουργούν δυσμενές χημικό περιβάλλον για τα μικρόβια. Παράλληλα, στην επιφάνεια του δέρματός μας φιλοξενούνται μη παθογόνοι μι-



Εικόνα 1.18: Τομή δέρματος

κροοργανισμοί που ανταγωνίζονται τους παθογόνους και εμποδίζουν την εγκατάστασή τους σ' αυτήν.

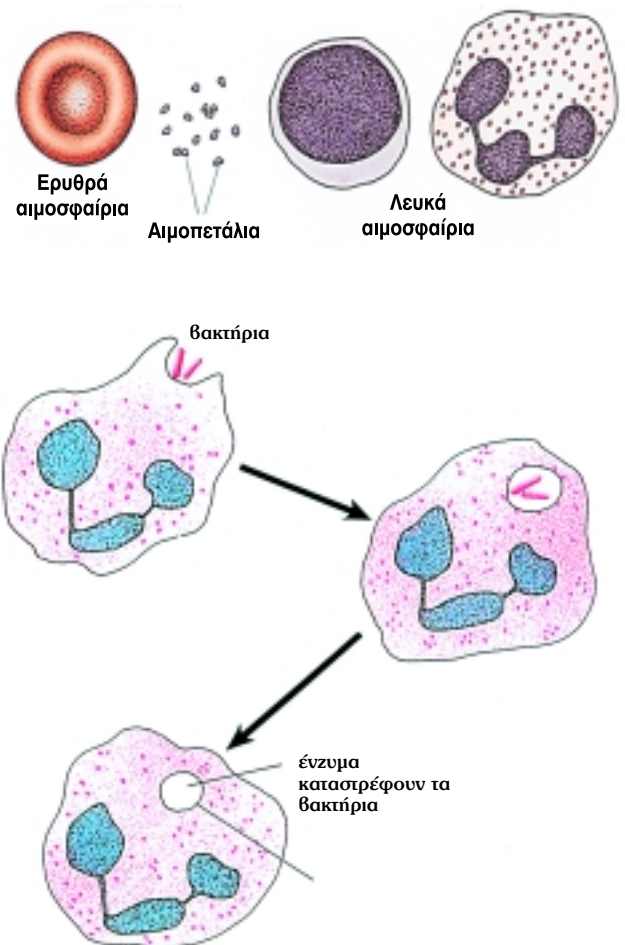
Οι **βλεννογόνοι** του σώματος, οι οποίοι καλύπτουν κοιλότητες του οργανισμού, αποτελούν έναν άλλο αποτελεσματικό φραγμό. Με τη βλέννα που εκκρίνουν παγιδεύουν τους μικροοργανισμούς και δεν επιτρέπουν την είσοδό τους στον οργανισμό. Ο βλεννογόνος της αναπνευστικής οδού διαθέτει επιπλέον το βλεφαριδοφόρο επιθήλιο, το οποίο αποτελεί επίσης φραγμό στην είσοδο των μικροοργανισμών. Οι μικροοργανισμοί παγιδεύονται στη βλέννα και με τη βοήθεια των βλεφαρίδων του επιθηλίου απομακρύνονται από την αναπνευστική οδό. Στο βλεννογόνο του στομάχου εκκρίνεται το υδροχλωρικό οξύ, το οποίο καταστρέφει τα περισσότερα μικρόβια που εισέρχονται με την τροφή στο στόμαχο. Η λυσοζύμη, η οποία, όπως αναφέρθηκε, έχει βακτηριοκτόνο δράση, βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες και στα δάκρυα και στο σάλιο και προστατεύει το βλεννογόνο του επιπεφυκότα και της στοματικής κοιλότητας αντίστοιχα.

**β. Μηχανισμοί που αντιμετωπίζουν τους μικροοργανισμούς μετά την είσοδό τους στον ανθρώπινο οργανισμό**

Αν, παρά τους φραγμούς που προστατεύουν τον ανθρώπινο οργανισμό, ένα μικρόβιο καταφέρει να διαπεράσει τους μηχανισμούς άμυνας που αναφέρθηκαν (για παράδειγμα, λόγω διακοπής της συνέχειας του δέρματος από ένα τραύμα), θα έρθει αντιμέτωπο με μια δεύτερη γραμμή αμυντικών μηχανισμών, στους οποίους ανήκει η **φαγοκυττάρωση**, η **φλεγμονώδης αντίδραση**, ο **πυρετός** και η δράση ορισμένων **αντιμικροβιακών ουσιών**, που αποτελούν επίσης μη ειδικούς αμυντικούς μηχανι-

σμούς. Πιο συγκεκριμένα:

i) **Φαγοκυττάρωση:** Τα φαγοκύτταρα αποτελούν μια κατηγορία λευκών αιμοσφαιρίων και διακρίνονται στα **ουδετερόφιλα** και στα **μονοκύτταρα**. Τα τελευταία, αφού διαφοροποιηθούν σε **μακροφάγα**, εγκαθίστανται στους ιστούς. Τα φαγο-



Εικόνα 1.19: Φαγοκυττάρωση μικροβίων από μακροφάγα

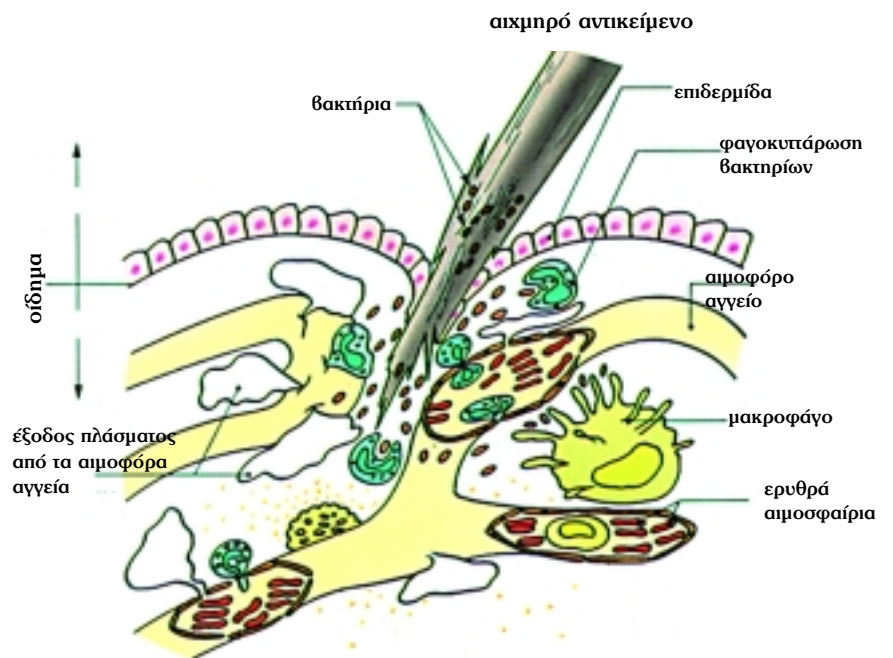
κύτταρα ενεργοποιούνται μετά την εμφάνιση ενός παθογόνου μικροοργανισμού στο εσωτερικό του οργανισμού μας. Ειδικά τα μακροφάγα εγκλωβίζουν το μικροοργανισμό, τον καταστρέφουν και εκθέτουν στην επιφάνειά τους κάποια τμήματά του. Αυτό εξυπηρετεί, όπως θα δούμε στη συνέχεια, τη δράση

των ειδικών μηχανισμών άμυνας. Με φαγοκυττάρωση αντιμετωπίζονται και ορισμένοι ιοί.

**ii) Φλεγμονώδης αντίδραση:** Η **φλεγμονώδης αντίδραση**, ή απλά **φλεγμονή**, εκδηλώνεται με ένα σύνολο συμπτωμάτων στα οποία περιλαμβάνονται το κοκκίνισμα στην περιοχή του τραύματος, το οίδημα, ο πόνος και η τοπική αύξηση της θερμοκρασίας.

Ας δούμε τι θα συμβεί, αν το δέρμα μας τραυματιστεί και κάποιιο παθογόνο μικροοργανισμοί καταφέρουν να εισβάλουν στον οργανισμό μας από το τραύμα. Αμέσως η περιοχή του τραύματος κοκκινίζει, πρήζεται και αισθανόμαστε πόνο. Ο πόνος οφείλεται στον τραυματισμό των απολήξεων των νευρικών κυττάρων και στη δράση σ' αυτά τοξινών που απελευθερώνονται από τους μικροοργανισμούς. Παράλληλα, τα αιμοφόρα αγγεία της περιοχής διαστέλλονται, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνεται περισσότερο αίμα και να προκαλείται κοκκίνισμα. Το αίμα στην περιοχή του τραύματος θα πήξει σύντομα με τη δημιουργία ενός πλέγματος πρωτεϊνικής σύστασης, το οποίο ονομάζεται ινώδες. Ο σχηματισμός του ινώδους σταματά την αιμορραγία και εμποδίζει την είσοδο άλλων μικροοργανισμών. Λόγω της διαστολής των αγγείων το πλάσμα του αίματος διαχέεται στους γύρω ιστούς, προκαλώντας τοπικό **οίδημα** (πρήξιμο). Το πλάσμα περιέχει αντιμικροβιακές ουσίες, οι οποίες καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς ή ενεργοποιούν τη διαδικασία της φαγοκυττάρωσης. Επιπλέον χημικές ουσίες, που απελευθερώνονται είτε από τα τραυματι-

σμένα κύτταρα είτε από τους μικροοργανισμούς, προσελκύουν **φαγοκύτταρα**, τα οποία φτάνουν με την κυκλοφορία του αίματος στο σημείο της φλεγμονής όπου δρουν καταστρέφοντας τους παθογόνους μικροοργανισμούς. Στο «πεδίο της μάχης» που διεξάγεται μεταξύ των μικροβίων και των κυττάρων τα οποία υπερασπίζονται την υγεία μας υπάρχουν φυσικά απώλειες και από τα δύο «στρατόπεδα»: νεκρά φαγοκύτταρα και νεκροί μικροοργανισμοί σχηματίζουν ένα παχύρρευστο κιτρινωπό υγρό, το πύον.



Εικόνα 1.20: Φλεγμονώδης αντίδραση μετά τον τραυματισμό του δέρματος από αιχμηρό αντικείμενο

**iii) Πυρετός:** Ο οργανισμός μας διαθέτει έναν ομοιοστατικό μηχανισμό που ρυθμίζει τη διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος στους 36,6 °C. Ωστόσο, σε περίπτωση γενικευμένης μικροβιακής μόλυνσης, η θερμοκρασία του σώματος ανεβαίνει. Αυτή η μη φυσιολογική υψηλή θερμοκρασία του σώματος, που ονομά-

ζεται πυρετός, εμποδίζει την ανάπτυξη και τον πολλαπλασιασμό των βακτηρίων. Παράλληλα βέβαια παρεμποδίζεται και η λειτουργία των ενζύμων των κυττάρων, η οποία, σε περιπτώσεις ιώσεων, έχει ως αποτέλεσμα την αναστολή του πολλαπλασιασμού των ιών. Επιπλέον ο πυρετός ενισχύει τη δράση των φαγοκυττάρων.

#### iv) Ουσίες με αντιμικροβιακή δράση

**Ιντερφερόνες:** Στην περίπτωση των ιών δρα ένας επιπλέον μηχανισμός μη ειδικής άμυνας. Όταν κάποιος ιός μολύνει ένα κύτταρο, προκαλεί την παραγωγή ειδικών πρωτεϊνών, των ιντερφερονών. Σε ένα πρώτο στάδιο οι ιντερφερόνες ανιχνεύονται στο κυτταρόπλασμα του μολυσμένου κυττάρου. Σε επόμενο όμως στάδιο οι ιντερφερόνες απελευθερώνονται στο μεσοκυττάριο υγρό και από εκεί απορροφούνται από τα γειτονικά υγιή κύτταρα. Με την εισαγωγή των ιντερφερονών στα υγιή κύτταρα ενεργοποιείται η παραγωγή άλλων πρωτεϊνών, οι οποίες έχουν την ικανότητα να παρεμποδίζουν τον πολλαπλασιασμό των ιών. Έτσι τα υγιή κύτταρα προστατεύονται, γιατί ο ιός, ακόμη και αν κατορθώσει να διεισδύσει σ' αυτά, είναι ανίκανος να πολλαπλασιαστεί.

**Συμπλήρωμα:** Πρόκειται για ομάδα είκοσι πρωτεϊνών στον ορό του αίματος με αντιμικροβιακή δράση.

**Προπερδίνη:** Είναι μια ομάδα τριών πρωτεϊνών στον ορό του αίματος που δρα σε συνδυασμό με τις πρωτεΐνες του συμπληρώματος για την καταστροφή των μικροβίων.

### 1.3.2 Μηχανισμοί ειδικής άμυνας - Ανοσία

Ο ανθρώπινος οργανισμός έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει οποιαδήποτε ξένη προς αυτόν ουσία και να αντιδρά παράγοντας εξειδικευμένα κύτταρα και κυτταρικά προϊόντα (π.χ. αντισώματα), ώστε να την εξουδετερώσει. Η ικανότητα αυτή του οργανισμού ονομάζεται **ανοσία**. Η ξένη ουσία που προκαλεί την **ανοσοβιολογική απόκριση** ονομάζεται **αντιγόνο**. Ως αντιγόνο μπορεί να δράσει ένας ολόκληρος μικροοργανισμός (π.χ. ιός, βακτήριο κ.ά.), ένα τμήμα αυτού ή τοξικές ουσίες που παράγονται απ' αυτόν. Επίσης ως αντιγόνα μπορούν να δράσουν η γύρη, διάφορες φαρμακευτικές ουσίες, συστατικά τροφών, κύτταρα ή ορός από άλλα άτομα ή ζώα κ.ά.

Οι μηχανισμοί ειδικής άμυνας διαθέτουν δύο χαρακτηριστικά που τους κάνουν να ξεχωρίζουν από τους μηχανισμούς μη ειδικής άμυνας. Αυτά είναι:

- α.** η **εξειδίκευση**, που σημαίνει ότι τα προϊόντα της ανοσοβιολογικής απόκρισης θα δράσουν μόνο εναντίον της ουσίας που προκάλεσε την παραγωγή τους, και
- β.** η **μνήμη**, που είναι η ικανότητα του οργανισμού να «θυμάται» τα αντιγόνα με τα οποία έχει έλθει σε επαφή, έτσι ώστε μετά από μια πιθανή δεύτερη έκθεσή του σ' αυτά να αντιδρά γρηγορότερα.

Το ανοσοβιολογικό σύστημα αποτελείται από τα **πρωτογενή λεμφικά όργανα**, που είναι ο μυελός των οστών και ο θύμος αδένας, και από τα **δευτερογενή λεμφικά όργανα**, που είναι οι λεμφαδένες, ο σπλήνας, οι αμυγδαλές και ο λεμφικός ιστός κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα.

Τα κύτταρα που απαρτίζουν το ανοσοβιολογικό σύστημα είναι κυρίως τα **λεμφοκύτταρα**, τα οποία ανήκουν στα λευκά αιμοσφαίρια. Τα λεμφοκύτταρα είναι κύτταρα μικρά, στρογγυλά, με σφαιρικό πυρήνα. Διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τα **T-λεμφοκύτταρα** και τα **B-λεμφοκύτταρα**.



Εικόνα 1.21: Πρωτογενή (μπλε χρώμα) και δευτερογενή (κόκκινο χρώμα) λεμφικά όργανα

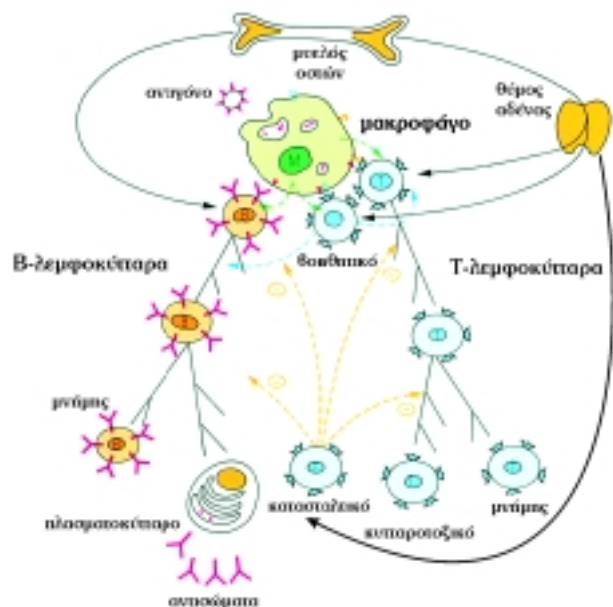
Τα **T-λεμφοκύτταρα** διαφοροποιούνται και ωριμάζουν στο θύμο αδένος και είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση της ανοσοβιολογικής απόκρισης. Διακρίνονται σε:

- **Βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα**, τα οποία ενεργοποιούνται από το εκτεθειμένο στην επιφάνεια των μακροφάγων τμήμα του αντιγόνου και στη συνέχεια ενεργοποιούν τα B-λεμφοκύτταρα ή άλλα είδη T-λεμφοκυττάρων μέσω ουσιών που εκκρίνουν.
- **Κυτταροτοξικά T-λεμφοκύτταρα**, τα οποία ενεργοποιούνται από τα βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα και καταστρέφουν καρκινικά κύτταρα ή κύτταρα που έχουν προσβληθεί από ιό.
- **T-λεμφοκύτταρα μνήμης**, τα οποία παράγονται μετά την έκθεση του οργανισμού σε ένα αντιγόνο και έχουν την ικανότητα να ενεργοποιούνται αμέσως μετά από επόμενη έκθεση του οργανισμού σ' αυτό.
- **Κατασταλτικά T-λεμφοκύτταρα**, τα ο-

ποία σταματούν την ανοσοβιολογική απόκριση μετά την επιτυχή αντιμετώπιση του αντιγόνου.

Τα **B-λεμφοκύτταρα** διαφοροποιούνται και ωριμάζουν στο μυελό των οστών. Συνθέτουν και παρουσιάζουν στην επιφάνειά τους ειδικές πρωτεΐνες που ονομάζονται **ανοσοσφαιρίνες** ή **αντισώματα**. Κάθε B-λεμφοκύτταρο διαθέτει υποδοχείς - αντισώματα που αναγνωρίζουν ένα συγκεκριμένο αντιγόνο. Οι ειδικές αυτές πρωτεΐνες αναγνωρίζουν το συγκεκριμένο αντιγόνο που έχει εισέλθει στον οργανισμό και συνδέονται μ' αυτό. Εξαιτίας της σύνδεσης αυτής το B-λεμφοκύτταρο υφίσταται διαδοχικές διαιρέσεις, από τις οποίες παράγονται οι εξής κατηγορίες κυττάρων:

- Τα **πλάσματοκύτταρα**, που παράγουν και εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες αντισωμάτων, ίδιων μ' αυτά που υπήρχαν στην επιφάνεια του B-λεμφοκυττάρου από το οποίο προήλθαν.
- Τα **B-λεμφοκύτταρα μνήμης**, που ενεργοποιούνται αμέσως μετά από επόμενη έκθεση του οργανισμού στο ίδιο αντιγόνο.



Εικόνα 1.22: Διαφοροποίηση και ωρίμανση B-λεμφοκυττάρων και T-λεμφοκυττάρων

Λευκά αιμοσφαίρια	Φαγοκύτταρα	Ουδετερόφιλα	Μονοκύτταρα
		Μακροφάγα	
	Λεμφοκύτταρα	Β-λεμφοκύτταρα	Πλασματοκύτταρα Κύτταρα μνήμης
		Τ-λεμφοκύτταρα	Βοηθητικά Κυτταροτοξικά Κατασταλτικά Κύτταρα μνήμης

Πίνακας 1.3: Μερικά είδη λευκών αιμοσφαιρίων

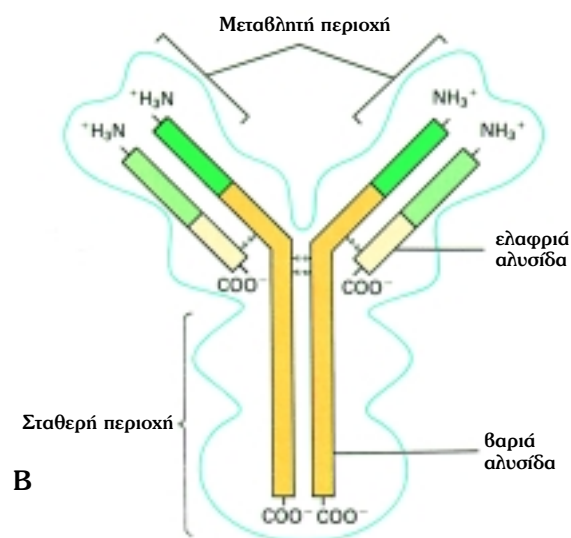
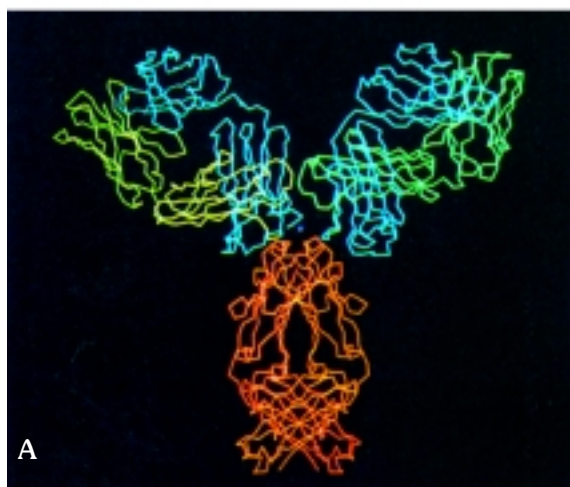
### Αντισώματα

Όπως κάθε κλειδί ανοίγει μία συγκεκριμένη κλειδαριά, έτσι και κάθε αντίσωμα συνδέεται εκλεκτικά με το συγκεκριμένο αντιγόνο που προκάλεσε την παραγωγή του. Το μόριο του αντισώματος αποτελείται από τέσσερις πολυπεπτιδικές αλυσίδες, δύο μεγάλες και δύο μικρές. Οι μεγάλες πολυπεπτιδικές αλυσίδες ονομάζονται **βαριές** και οι μικρές **ελαφριές**. Οι αλυσίδες αυτές συνδέονται μεταξύ τους με ομοιοπολικούς δεσμούς και σχηματίζουν μια δομή που μοιάζει με σφεντόνα ή με το γράμμα Y. Η περιοχή του μορίου του αντισώματος που συνδέεται με το αντιγόνο ονομάζεται **μεταβλητή περιοχή**. Η μεταβλητή περιοχή, ανάλογα με το σχήμα της, που οφείλεται στην αλλη-

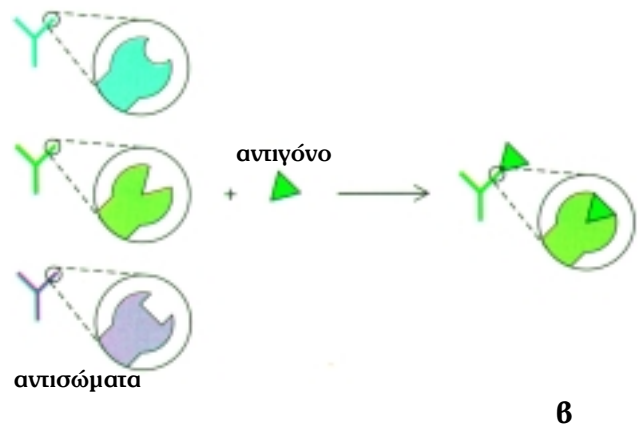
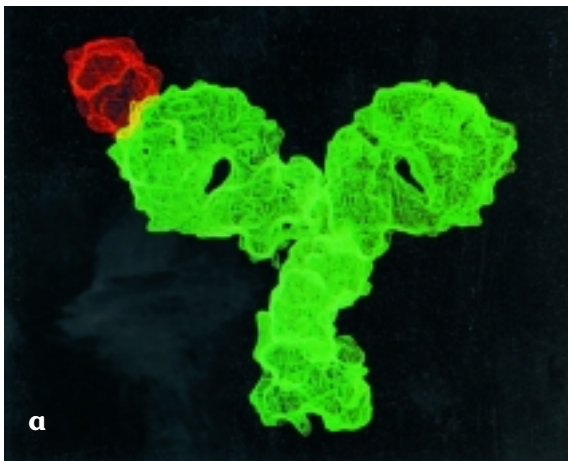
λουχία των αμινοξέων της, καθιστά ικανό το αντίσωμα να συνδέεται με ένα συγκεκριμένο αντιγόνο. Αντίθετα, το υπόλοιπο τμήμα του είναι ίδιο σε όλα τα αντισώματα και αποτελεί τη **σταθερή περιοχή** του αντισώματος.

Η σύνδεση αντιγόνου - αντισώματος έχει ως αποτέλεσμα:

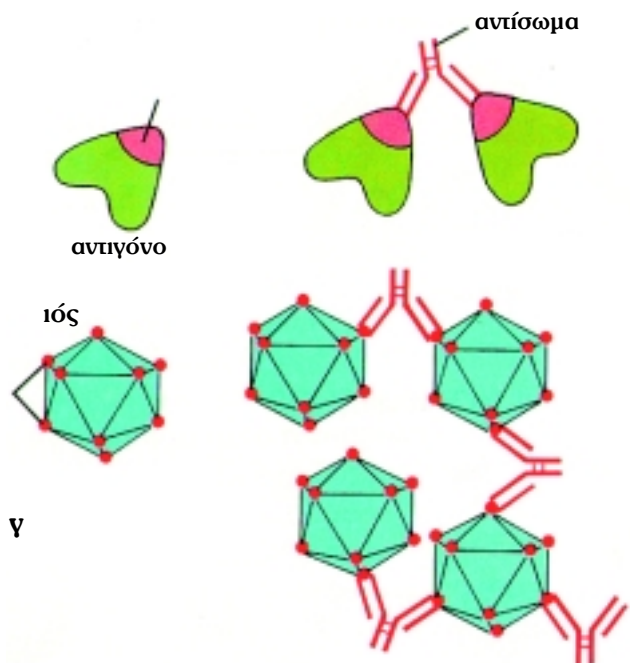
1. την εξουδετέρωση του μικροοργανισμού,
2. την αδρανοποίηση των παραγόμενων τοξινών,
3. την αναγνώριση του μικροοργανισμού από τα μακροφάγα με σκοπό την ολοκληρωτική του καταστροφή.



Εικόνα 1.23: Δομή αντισώματος



Εικόνα 1.24: α) Σύνδεση αντισώματος - αντιγόνου, β) συμπληρωματικότητα αντισώματος - αντιγόνου, γ) ένα αντίσωμα συνδέεται με περισσότερα από ένα αντιγόνα.



**Στάδια ανοσοβιολογικής απόκρισης**

Η αντίδραση του ανοσοβιολογικού μας συστήματος στην είσοδο κάθε αντιγόνου συνιστά την ανοσοβιολογική απόκριση, η οποία διακρίνεται σε **πρωτογενή** και **δευτερογενή**.

Η **πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση** ενεργοποιείται κατά την πρώτη επαφή του οργανισμού με ένα αντιγόνο. Περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

**Στάδιο 1ο**

**Ενεργοποίηση των βοηθητικών Τ-λεμφοκυττάρων**

Αρχικά, με την εμφάνιση του παθογόνου μικροοργανισμού, ενεργοποιούνται τα μακροφάγα. Τα κύτταρα αυτά, εκτός από τη δυνατότητα που έχουν να καταστρέφουν το μικρόβιο, έχουν και την ικανότητα να εκθέτουν στην επιφάνειά τους τμήματα του μικροβίου που έχουν εγκλωβίσει και καταστρέψει, λειτουργώντας έτσι ως **αντιγονο-παρουσιαστικά κύτταρα**. Το τμήμα του μι-

κροβίου που εκτίθεται συνδέεται με μια πρωτεΐνη της επιφάνειας των μακροφάγων, χαρακτηριστική για κάθε άτομο, η οποία ονομάζεται **αντιγόνο ιστοσυμβατότητας**. Τα κύτταρα που ενεργοποιούνται πρώτα μετά την παρουσίαση του αντιγόνου είναι τα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα.

**Στάδιο 2ο**

**α. Ενεργοποίηση των Β-λεμφοκυττάρων (χυμική ανοσία)**

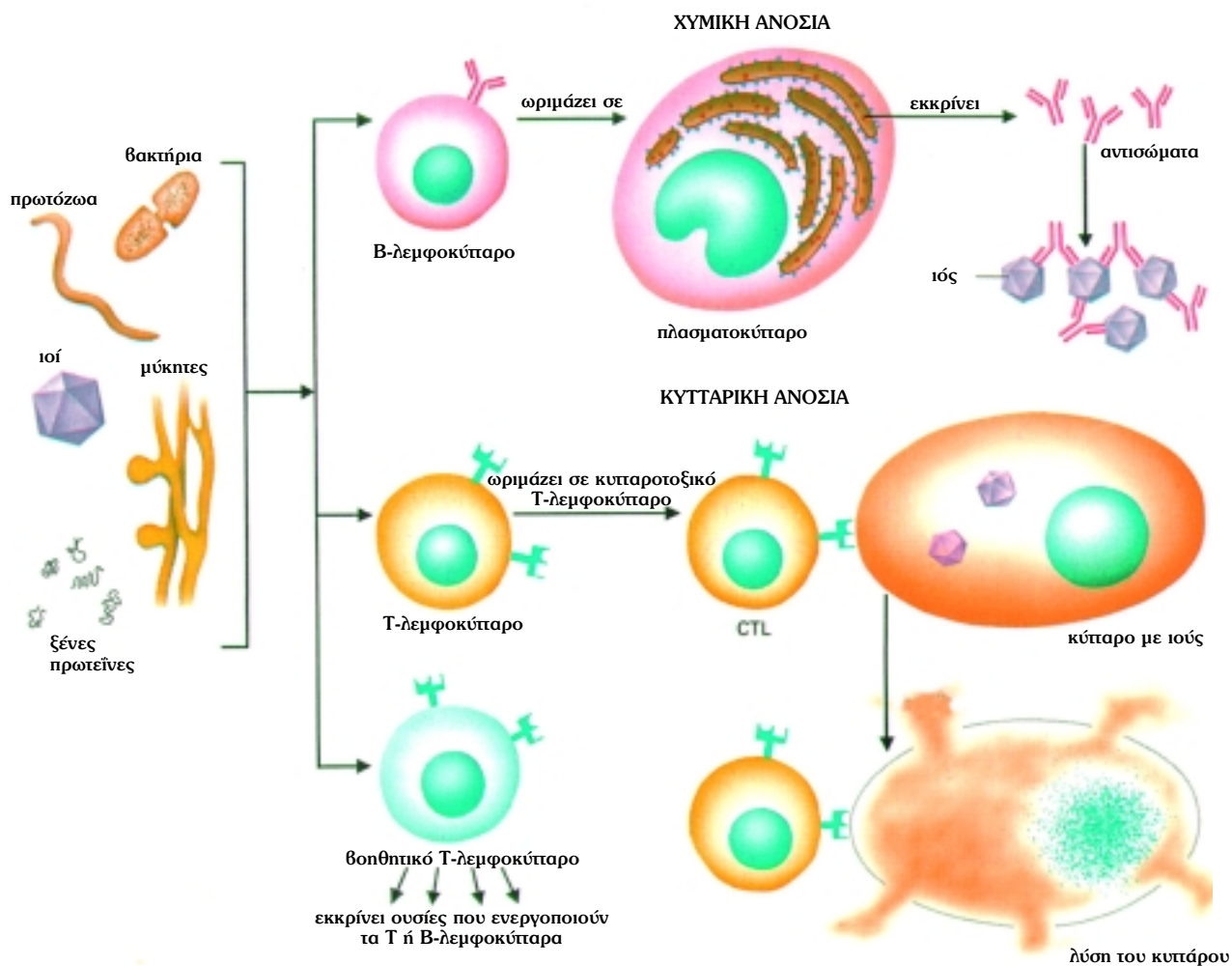
Σ' αυτό το στάδιο τα βοηθητικά Τ-λεμφο-

κύτταρα, τα οποία έχουν ενεργοποιηθεί από τα αντιγόνα που βρίσκονται εκτεθειμένα στην επιφάνεια των μακροφάγων, εκκρίνουν ουσίες που ενεργοποιούν τα Β-λεμφοκύτταρα, προκειμένου αυτά να πολλαπλασιαστούν και τελικά να διαφοροποιηθούν σε πλασματοκύτταρα και Β-λεμφοκύτταρα μνήμης. Τα πλασματοκύτταρα στη συνέχεια εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες αντισωμάτων ειδικών για το συγκεκριμένο αντιγόνο. Τα Β-λεμφοκύτταρα μνήμης θα ενεργοποιηθούν στην περίπτωση που ο οργανισμός θα εκτεθεί και πάλι στο ίδιο αντιγόνο. Η παραπάνω διαδικασία ονομάζεται **χυμική ανοσία**, γιατί τα αντισώματα απελευθερώνονται μέσα στο αίμα και στη λέμφο, αντι-

δρούν με το αντιγόνο και το εξουδετερώνουν.

**β. Ενεργοποίηση κυτταροτοξικών Τ-λεμφοκυττάρων (κυτταρική ανοσία)**

Παράλληλα με την ενεργοποίηση των Β-λεμφοκυττάρων, τα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα, στην περίπτωση κατά την οποία το αντιγόνο είναι ένα κύτταρο (καρκινικό κύτταρο, κύτταρο μεταμοσχευμένου ιστού ή κύτταρο μολυσμένο από ιό), βοηθούν τον πολλαπλασιασμό και την ενεργοποίηση μιας άλλης ειδικής κατηγορίας Τ-λεμφοκυττάρων, των **κυτταροτοξικών Τ-λεμφοκυττάρων**, τα οποία θα καταστρέψουν τα κύττα-



Εικόνα 1.25: Χυμική και κυτταρική ανοσία



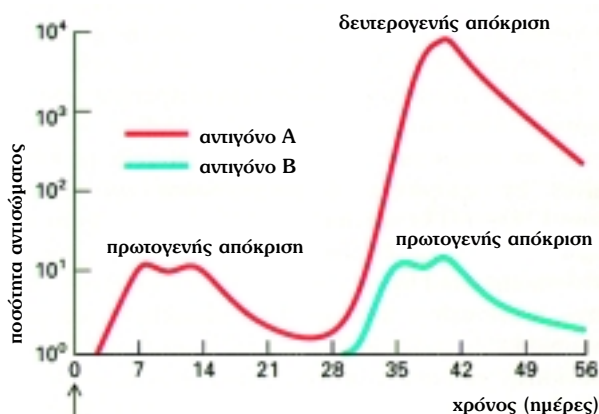
ρα - στόχους. Η δράση των βοηθητικών αλλά και των κυτταροτοξικών T-λεμφοκυττάρων αποτελεί την **κυτταρική ανοσία**. Και στις δύο κατηγορίες T-λεμφοκυττάρων σχηματίζονται T-λεμφοκύτταρα μνήμης, που θα ενεργοποιηθούν σε πιθανή επόμενη επαφή του οργανισμού με το ίδιο αντιγόνο.

### Στάδιο 3ο

#### Τερματισμός της ανοσοβιολογικής απόκρισης

Τελικά, τόσο με τη βοήθεια μιας ειδικής κατηγορίας T-λεμφοκυττάρων, που ονομάζονται **κατασταλτικά T-λεμφοκύτταρα**, όσο και με τη βοήθεια των προϊόντων της ίδιας της ανοσοβιολογικής απόκρισης, αυτή ολοκληρώνεται και σταματά την κατάλληλη στιγμή.

Η **δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση** ενεργοποιείται κατά την επαφή του οργανισμού με το ίδιο αντιγόνο για δεύτερη (ή επόμενη) φορά. Στην περίπτωση αυτή ενεργοποιούνται τα κύτταρα μνήμης, ξεκινά άμεσα η έκκριση αντισωμάτων και έτσι δεν προλαβαίνουν να εμφανιστούν τα συμπτώματα της ασθένειας. Το άτομο δεν ασθενεί και πιθανότατα δεν αντιλαμβάνεται ότι μολύνθηκε.



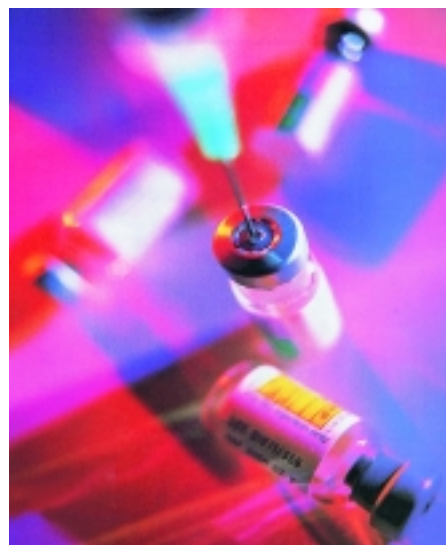
Εικόνα 1.26: Το διάγραμμα δείχνει την πρωτογενή και δευτερογενή απόκριση.

#### Τύποι ανοσίας - Ενεργητική και παθητική ανοσία

Η ανοσία, η ικανότητα δηλαδή του οργανισμού να παράγει κύτταρα και κυτταρικά προϊόντα (αντισώματα) που να είναι αποτελεσματικά στην εξουδετέρωση οποιουδήποτε αντιγόνου, διακρίνεται σε ενεργητική και παθητική. Η διάκριση αυτή γίνεται με βάση το αν τα αντισώματα παράγονται από τον ίδιο τον οργανισμό (ενεργητική ανοσία) ή αν παρέχονται στον οργανισμό έτοιμα αντισώματα που έχουν παραχθεί από άλλο οργανισμό (παθητική ανοσία).

Στην **ενεργητική ανοσία** ο οργανισμός μπορεί να ενεργοποιηθεί με δύο τρόπους:

- Να έλθει σε επαφή με ένα αντιγόνο που βρίσκεται στο περιβάλλον (φυσικός τρόπος).
- Να δεχτεί μια ποσότητα εμβολίου το οποίο περιέχει νεκρούς ή εξασθενημένους μικροοργανισμούς ή τμήματά τους (τεχνητός τρόπος). Το εμβόλιο, όπως θα έκανε και ο ίδιος ο μικροοργανισμός, ενεργοποιεί τον ανοσοβιολογικό μηχανισμό, για να παραγάγει αντισώματα και κύτταρα μνήμης. Το άτομο που εμβολιάζεται δεν εμφανίζει συνήθως τα συμπτώματα της ασθένειας και φυσικά δεν τη μεταδίδει.



Εικόνα 1.27: Εμβόλια



Εικόνα 1.28: Εμβολιασμός στην παιδική ηλικία

Στην **παθητική ανοσία** χορηγούνται στον οργανισμό έτοιμα αντισώματα που έχουν παραχθεί από άλλο οργανισμό. Παθητική ανοσία μπορεί να επιτευχθεί φυσιολογικά με τη μεταφορά αντισωμάτων από τη μητέρα στο έμβρυο διαμέσου του πλακούντα και με τη μεταφορά αντισωμάτων από τη μητέρα στο νεογνό διαμέσου του μητρικού γάλακτος. Σε ένα ενήλικο άτομο παθητική ανοσία μπορεί να επιτευχθεί τεχνητά με τη χορήγηση ορού που περιέχει έτοιμα αντισώματα τα οποία έχουν παραχθεί σε κάποιο άλλο άτομο ή ζώο. Η δράση της παθητικής ανοσίας είναι άμεση αλλά η διάρκειά της είναι παροδική.



Εικόνα 1.29: Ρευματοειδής αρθρίτιδα

### 1.3.3 Προβλήματα στη δράση του ανοσοβιολογικού συστήματος

Σε ορισμένες περιπτώσεις το ανοσοβιολογικό σύστημα μπορεί να δράσει είτε εναντίον συστατικών του ίδιου του οργανισμού (**αυτοανοσία**) είτε εναντίον μη παθογόνων παραγόντων (**αλλεργία**), προκαλώντας προβλήματα στην υγεία και απειλώντας συχνά την ίδια τη ζωή του ατόμου.

#### Αυτοάνοσα νοσήματα

Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις, που ονομάζονται **αυτοάνοσα νοσήματα**, ο οργανισμός στρέφεται εναντίον των δικών του συστατικών, είτε παράγοντας αντισώματα (**αυτοαντισώματα**) που αναγνωρίζουν σαν ξένα και καταστρέφουν τα δικά του κύτταρα είτε ενεργοποιώντας κύτταρα που κατευθύνονται εναντίον των κυττάρων του οργανισμού. Αυτοάνοσα νοσήματα είναι η ρευματοειδής αρθρίτιδα, ο συστηματικός ερυθηματώδης λύκος κ.ά.

Αν και η αιτιολογία των αυτοάνοσων νοσημάτων δεν έχει ακόμη διευκρινιστεί πλήρως, έχουν ωστόσο διατυπωθεί μερικές υποθέσεις που επιχειρούν να ερμηνεύσουν την εμφάνισή τους. Ανάμεσα σ' αυτές είναι και οι εξής:

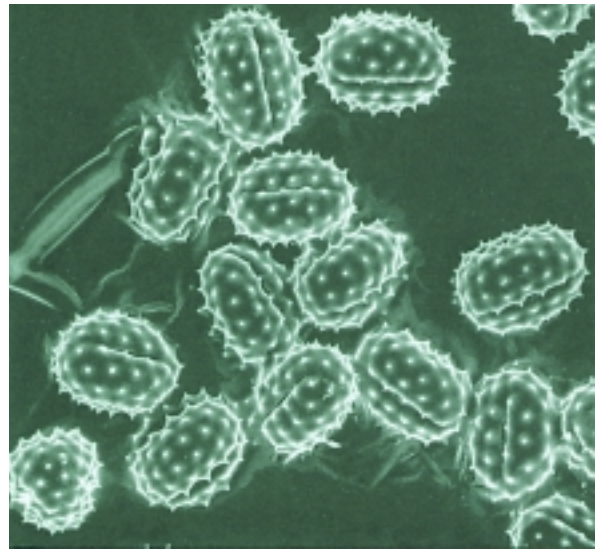
- Ένας ιός μπορεί να «δανειστεί» πρωτεΐνες του κυττάρου - ξενιστή και να τις ενσωματώσει στο έλυστρό του. Το ανοσοβιολογικό σύστημα θεωρεί τις πρωτεΐνες αυτές ξένες και στρέφεται εναντίον του ιού, αλλά και εναντίον όσων κυττάρων τις φέρουν, δηλαδή των κυττάρων του ίδιου του οργανισμού.
- Τα Τ-λεμφοκύτταρα δεν έχουν «μάθει» να ξεχωρίζουν ορισμένα συστατικά των κυττάρων του ίδιου του οργανισμού από συστατικά ξένων κυττάρων, με αποτέλεσμα να επιτίθενται και στα κύτταρα του οργανισμού. Για παράδειγμα, συστατικά των κυττάρων των βαλβίδων της καρδιάς μοιάζουν με συστατικά ορισμένων βακτηρίων που

δρουν ως αντιγόνα. Μετά από μια πιθανή μόλυνση από ένα τέτοιο βακτήριο τα αντισώματα που παράγονται στρέφονται και εναντίον κυττάρων του οργανισμού.

- Μεταβάλλεται κάποιο συστατικό στα κύτταρα του οργανισμού ή εμφανίζεται ένα νέο, με αποτέλεσμα αυτά να αναγνωρίζονται σαν ξένα και να ενεργοποιούν το ανοσοβιολογικό σύστημα.
- Συστατικά κυττάρων του οργανισμού που ανήκουν σε ιστούς οι οποίοι δεν αιματώνονται έντονα αναγνωρίζονται σαν ξένα (π.χ. η περίπτωση ανάπτυξης καταρράκτη).

### Αλλεργία

Η ενεργοποίηση του ανοσοβιολογικού συστήματος του οργανισμού από παράγοντες που υπάρχουν στο περιβάλλον του, όπως για παράδειγμα στα τρόφιμα ή στα φάρμακα, και οι οποίοι δεν είναι παθογόνοι ή γενικώς επικίνδυνοι για την υγεία ονομάζεται **αλλεργία**. Οι παράγοντες που προκαλούν την αλλεργία ονομάζονται **αλλεργιογόνα**. Για την εμφάνιση των κλινικών συμπτωμάτων της αλλεργίας απαιτείται η ευαισθητοποίηση του ξενιστή σε κάποιο αλλεργιογόνο και η επανέκθεσή του, μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, σ' αυτό. Κατά το στάδιο της ευαισθητοποίησης το αλλεργιογόνο εισέρχεται στον οργανισμό, αναγνωρίζεται σαν ξένο, υφίσταται επεξεργασία και εκτίθεται από τα αντιγονοπαρουσιαστικά κύτταρα στα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα. Όταν το ίδιο αλλεργιογόνο εισέλθει την επόμενη φορά στον ίδιο οργανισμό και αρχίσει τη δράση του, τότε από τα κύτταρα του οργανισμού παράγονται κάποιες ουσίες, όπως είναι η **ισταμίνη**. Η ουσία αυτή προκαλεί αύξηση της διαπερατότητας των αγγείων, σύσπαση των λείων μυϊκών ινών, ενώ παράλληλα διεγείρει και την εκκριτική δραστηριότητα των βλεννογόνων αδένων. Οι αλλεργίες έχουν συνήθως ως αποτέλεσμα την εμφάνιση άσθματος, ναυτί-



Εικόνα 1.30: Αλλεργιογόνα: γυρεόκοκκοι, άκαρι



Εικόνα 1.31: Συσκευές και φάρμακα για την αντιμετώπιση του αλλεργικού άσθματος

ας, καταρροής και διάρροιας, ανάλογα με τους ιστούς τους οποίους προσβάλλει το αλλεργιογόνο. Η χρήση αντιισταμινικών φαρμάκων ενδείκνυται για την καταπολέμηση των συμπτωμάτων της αλλεργίας.

### Μεταμοσχεύσεις - Απόρριψη μοσχευμάτων

Στην επιφάνεια ορισμένης κατηγορίας κυττάρων (π.χ. των μακροφάγων) υπάρχουν πρωτεΐνες που ονομάζονται **αντιγόνα ιστοσυμβατότητας**, ο συνδυασμός των οποίων είναι χαρακτηριστικός και μοναδικός για κάθε άτομο. Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις κρίνεται απαραίτητη η **μεταμόσχευση ιστών ή οργάνων** για την επιβίωση ενός ατόμου. Ωστόσο, στην περίπτωση που τα αντιγόνα ιστοσυμβατότητας των

μοσχευμάτων (ιστών ή οργάνων) του δότη παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές με αυτά του δέκτη, τότε ενεργοποιείται το ανοσοβιολογικό σύστημα του δέκτη και απορρίπτει το μόσχευμα. Σήμερα πραγματοποιούνται μεταμοσχεύσεις διάφορων ιστών ή οργάνων με μεγάλη επιτυχία, αφού λαμβάνεται η απόρριψη του μοσχεύματος είτε με επιλογή του κατάλληλου δότη, αυτού δηλαδή που έχει τα ίδια αντιγόνα ιστοσυμβατότητας με το δέκτη, είτε χορηγώντας στο δέκτη φάρμακα που καταστέλλουν τη λειτουργία του ανοσοβιολογικού συστήματος. Λόγω όμως της ανοσοκαταστολής ο δέκτης του μοσχεύματος γίνεται ευάλωτος στη δράση μικροοργανισμών, με συνέπεια την εμφάνιση ασθενειών.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η άμυνα του οργανισμού εναντίον των παθογόνων μικροοργανισμών επιτυγχάνεται με ένα σύνολο μηχανισμών, οι οποίοι μπορούν να διακριθούν τόσο με βάση τη θέση τους στο ανθρώπινο σώμα (εξωτερικοί - εσωτερικοί μηχανισμοί) όσο και με βάση την ιδιότητά τους να έχουν γενικευμένη (μη ειδικόι αμυντικοί μηχανισμοί) ή εξειδικευμένη δράση (ειδικόι αμυντικοί μηχανισμοί).

Βασικό χαρακτηριστικό της μη ειδικής άμυνας είναι η δυνατότητα αντιμετώπισης οποιουδήποτε παθογόνου μικροοργανισμού. Περιλαμβάνει μηχανισμούς που παρεμποδίζουν την είσοδο μικροοργανισμών στον οργανισμό μας, καθώς και μηχανισμούς που αντιμετωπίζουν γενικά τους μικροοργανισμούς μετά την είσοδό τους στον οργανισμό.

Η ειδική άμυνα συνίσταται στη λειτουργία του ανοσοβιολογικού συστήματος. Οι μηχανισμοί ειδικής άμυνας διαθέτουν εξειδίκευση και μνήμη. Το ανοσοβιολογικό σύστημα του ανθρώπου έχει την ικανότητα να αναγνωρίζει οποιαδήποτε ξένη προς αυτόν ουσία και να αντιδρά κατάλληλα, ώστε να την εξουδετερώσει. Η ικανότητα αυτή του οργανισμού να διακρίνει τις ξένες προς αυτόν χημικές ουσίες και να ενεργοποιεί κύτταρα (κυτταρική ανοσία) και κυτταρικά προϊόντα (χυμική ανοσία), όπως είναι τα αντισώματα, ώστε να τις εξουδετερώσει, ονομάζεται ανοσία. Η ξένη ουσία που προκαλεί την απόκριση του ανοσοβιολογικού συστήματος ονομάζεται αντιγόνο.

Το ανοσοβιολογικό σύστημα αποτελείται από τα πρωτογενή λεμφικά όργανα, που είναι ο μυελός των οστών και ο θύμος αδένας, και από τα δευτερογενή λεμφικά όργανα, που είναι οι λεμφαδένες, ο σπλήνας, οι αμυγδαλές και ο λεμφικός ιστός κατά μήκος του γαστρεντερικού σωλήνα.

Τα κύτταρα που απαρτίζουν το ανοσοβιολογικό σύστημα είναι κυρίως τα λεμφοκύτταρα, τα οποία ανήκουν στα λευκά αιμοσφαίρια. Τα λεμφοκύτταρα είναι κύτταρα μικρά, στρογγυλά, με σφαιρικό πυρήνα. Διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τα Τ-λεμφοκύτταρα και τα Β-λεμφοκύτταρα.

Τα Τ-λεμφοκύτταρα διαφοροποιούνται και ωριμάζουν στο θύμο αδένα και είναι απαραίτητα για την ολοκλήρωση της ανοσοβιολογικής απόκρισης. Διακρίνονται σε: βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα, κυτταροτοξικά Τ-λεμφοκύτταρα, Τ-λεμφοκύτταρα μνήμης, κατασταλτικά Τ-λεμφοκύτταρα.

Τα Β-λεμφοκύτταρα διαφοροποιούνται και ωριμάζουν στο μυελό των οστών. Συνθέτουν και παρουσιάζουν στην επιφάνειά τους ειδικές πρωτεΐνες που ονομάζονται ανοσοσφαιρίνες ή αντισώματα. Κάθε Β-λεμφοκύτταρο διαθέτει υποδοχείς - αντισώματα που αναγνωρίζουν ένα συγκεκριμένο αντιγόνο. Οι ειδικές αυτές πρωτεΐνες αναγνωρίζουν το αντιγόνο που έχει εισέλθει στον οργανισμό και συνδέονται μ' αυτό. Εξαιτίας της σύνδεσης αυτής το Β-λεμφοκύτταρο υφίσταται διαδοχικές διαιρέσεις, από τις οποίες παράγονται οι εξής κατηγορίες κυττάρων: τα πλασματοκύτταρα, που παράγουν και εκκρίνουν μεγάλες ποσότητες αντισωμάτων ίδιων μ' αυτά που υπήρχαν στην επιφάνεια του Β-λεμφοκυττάρου από το οποίο προήλθαν, και τα Β-λεμφοκύτταρα μνήμης, που ενεργοποιούνται αμέσως μετά από επόμενη έκθεση του οργανισμού στο ίδιο αντιγόνο.

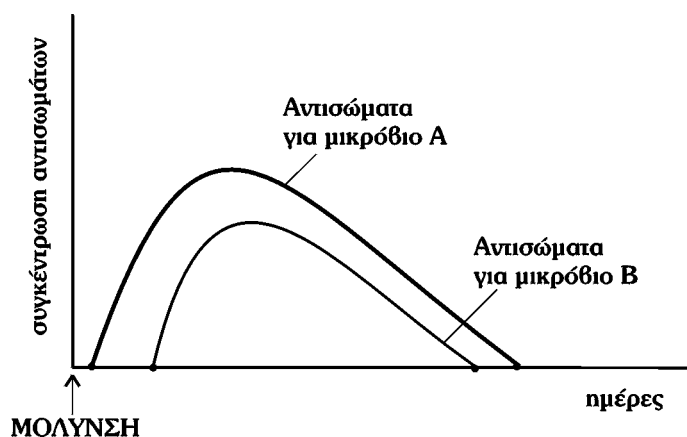
Σε πολλές περιπτώσεις το ανοσοβιολογικό σύστημα λειτουργεί είτε εναντίον συστατικών του ίδιου του οργανισμού (αυτοανοσία) είτε εναντίον μη παθογόνων παραγόντων (αλλεργία) προκαλώντας μεγάλα προβλήματα στην επιβίωση του ατόμου. Σε ορισμένες παθολογικές καταστάσεις κρίνεται απαραίτητη η μεταμόσχευση ιστών ή οργάνων για την επιβίωση ενός ατόμου. Ωστόσο, στην περίπτωση που τα αντιγόνα ιστοσυμβατότητας των μοσχευμάτων (ιστών ή οργάνων) του δότη παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές με αυτά του δέκτη, τότε ενεργοποιείται το ανοσοβιολογικό σύστημα του δέκτη και απορρίπτει το μόσχευμα.

## ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

Μη ειδική άμυνα	Δευτερογενής ανοσοβιολογική απόκριση
Φαγοκυττάρωση	Αντιγόνο
Φλεγμονή	Τ-λεμφοκύτταρο
Ουδετερόφιλα	Β-λεμφοκύτταρο
Μονοκύτταρα	Πλασματοκύτταρο
Μακροφάγα	Ανοσοσφαιρίνες ή αντισώματα
Πυρετός	Αντιγονοπαρουσιαστικά κύτταρα
Ιντερφερόνες	Ενεργητική ανοσία
Ανοσοβιολογικό σύστημα	Παθητική ανοσία
Πρωτογενή λεμφικά όργανα	Αυτοάνοσα νοσήματα
Δευτερογενή λεμφικά όργανα	Αλλεργία
Ανοσία	Αλλεργιογόνο
Κυτταρική ανοσία	Ισταμίνη
Χυμική ανοσία	Μεταμόσχευση
Πρωτογενής ανοσοβιολογική απόκριση	Αντιγόνα ιστοσυμβατότητας

**ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ**

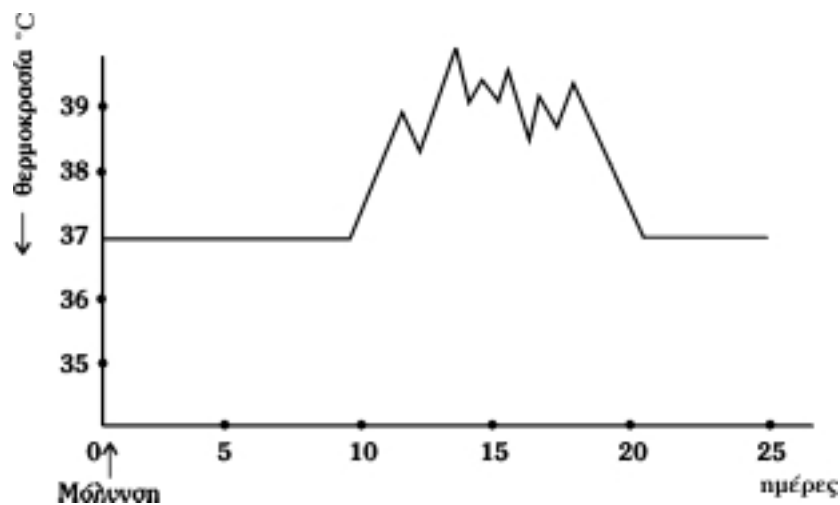
1. Ένα βακτήριο κατόρθωσε να εισδύσει στον οργανισμό μας μέσω του δέρματος και να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Ποιοι αμυντικοί μηχανισμοί παρακάμφθηκαν, ποιοι και με ποια σειρά πρόκειται να ενεργοποιηθούν;
2. Ένας ιός κατόρθωσε να εισδύσει στον οργανισμό μας μέσω του δέρματος και να εισέλθει στην κυκλοφορία του αίματος. Ποιοι αμυντικοί μηχανισμοί παρακάμφθηκαν, ποιοι και με ποια σειρά πρόκειται να ενεργοποιηθούν;
3. Ποιο είδος ανοσίας μάς προστατεύει γρηγορότερα, η τεχνητή παθητική ανοσία ή η φυσική ενεργητική; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
4. Ποιο είδος ανοσίας μάς προστατεύει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από ένα μικροοργανισμό, η παθητική ή η ενεργητική; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
5. Το διάγραμμα παρουσιάζει τη μεταβολή της συγκέντρωσης των αντισωμάτων στο αίμα ενός ανθρώπου που μολύνθηκε ταυτόχρονα από δύο διαφορετικά μικρόβια (A και B). Να επισημάνετε δύο διαφορές στη γραφική παράσταση της μεταβολής της συγκέντρωσης κάθε αντισώματος και να τις αιτιολογήσετε.



6. Να τοποθετήσετε το σύμβολο + στα ορθογώνια στα οποία πιστεύετε ότι υπάρχει αντιστοιχία ανάμεσα στους όρους της κατακόρυφης και της οριζόντιας στήλης:

	ορός	αντιβιοτικό	T-λεμφοκύτταρο
ιός			
βακτήριο			
τοξίνη			
καρκινικό κύτταρο			

7. Να εξηγήσετε γιατί:
- Μπορούμε να νοσήσουμε από ερυθρά ή παρωτίτιδα μία φορά, ενώ από γρίπη επανειλημμένα.
  - Τα μωρά που θηλάζουν έχουν μικρότερη πιθανότητα να νοσήσουν από μια μολυσματική ασθένεια από εκείνα που δε θηλάζουν.
  - Δε χρησιμοποιούμε αντιβιοτικά για την αντιμετώπιση του κρυολογήματος.
8. Το διάγραμμα που ακολουθεί δείχνει τη διακύμανση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια μιας ασθένειας που προκλήθηκε από βακτήρια.
- Ποιο τμήμα του διαγράμματος αντιστοιχεί στην περίοδο των συμπτωμάτων της ασθένειας;
  - Ποια είναι η περίοδος επώασης του βακτηρίου;
  - Ποια είναι η υψηλότερη θερμοκρασία που μετρήθηκε και πόσες ημέρες κράτησε ο πυρετός;
  - Ποιο δεδομένο του διαγράμματος υποδηλώνει την εμφάνιση και τη δράση αντισωμάτων;



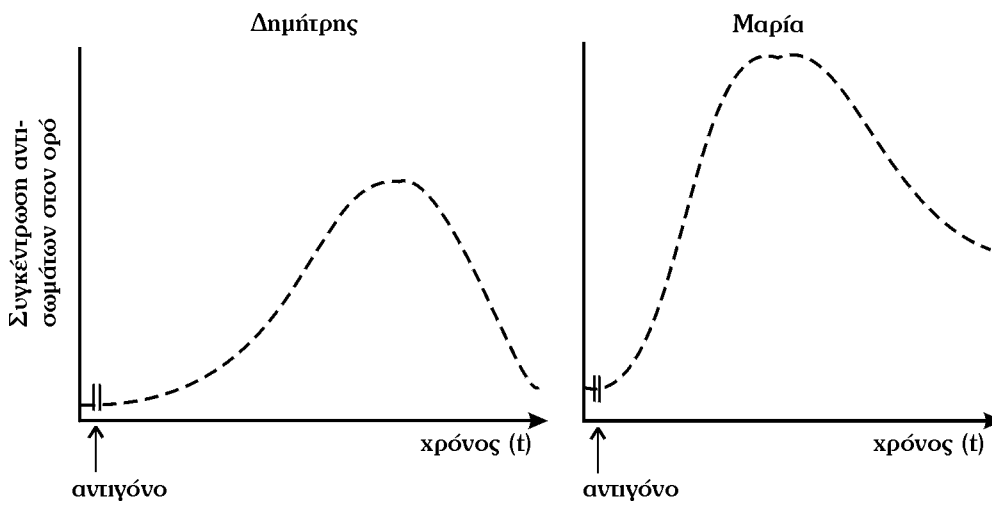
9. Ο Γιάννης και η Ελένη χτύπησαν παίζοντας. Ο Γιάννης είχε κάνει αντιτετανικό εμβόλιο, ενώ η Ελένη όχι, γι' αυτό της χορήγησαν αντιτετανικό ορό.
- Τι σημαίνει εμβόλιο και τι ορός;
  - Ποιο είδος ανοσίας έχει ο Γιάννης και ποιο η Ελένη;
  - Να περιγράψετε με ποιον τρόπο εξουδετερώθηκε πιθανώς το βακτήριο του τετάνου στο Γιάννη και στην Ελένη.

10. Σε μια περιοχή έχει παρουσιαστεί επιδημία ιλαράς. Μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις αντισωμάτων σε δύο αδέρφια, το Δημήτρη και τη Μαρία, όπως απεικονίζονται στα παρακάτω διαγράμματα (σε συνάρτηση με το χρόνο t).

A. Να συγκρίνετε και να αιτιολογήσετε τα διαγράμματα.

B. Να περιγράψετε την ανοσοβιολογική απόκριση που έλαβε χώρα:

- α) στο ανοσοβιολογικό σύστημα της Μαρίας και
- β) στο ανοσοβιολογικό σύστημα του Δημήτρη.

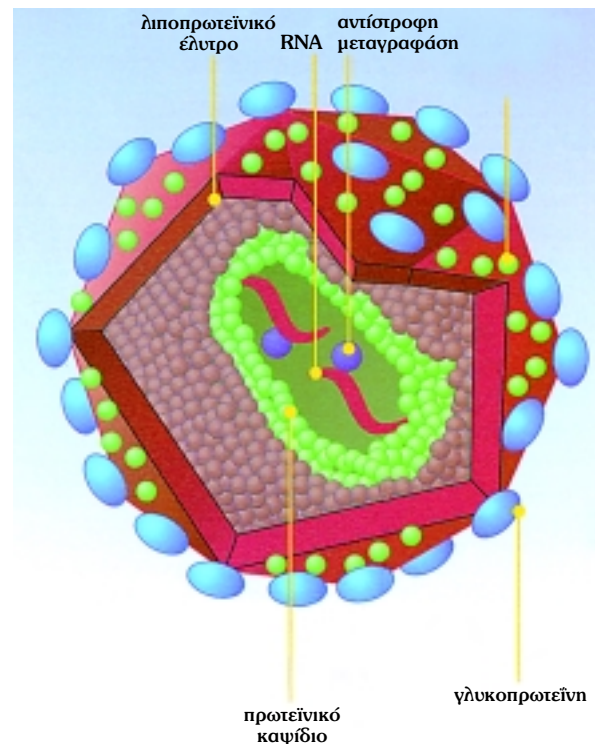




### 1.3.4 Σύνδρομο Επίκτητης Ανοσοβιολογικής Ανεπάρκειας (AIDS)

Η εξασθένηση της λειτουργίας του ανοσοβιολογικού συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού ονομάζεται ανοσοβιολογική ανεπάρκεια. Αυτή συνήθως είναι επίκτητη. Μία από τις σοβαρότερες ασθένειες, η οποία εμφανίστηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1970 και ανιχνεύτηκε για πρώτη φορά το 1981, είναι το **Σύνδρομο της Επίκτητης Ανοσοβιολογικής Ανεπάρκειας (Acquired Immune Deficiency Syndrome: AIDS)**, που οφείλεται στον ιό **HIV (Human Immunodeficiency Virus)**. Το AIDS είναι μία από τις σοβαρότερες ασθένειες της εποχής μας. Σύμφωνα με τις γνώμες των ειδικών, ο ιός του AIDS προήλθε από συνεχείς μεταλλάξεις ενός ιού που προσβάλλει τον αφρικανικό πίθηκο και είναι άγνωστο πώς μεταδόθηκε στον άνθρωπο. Η εξάπλωση της ασθένειας σε όλες τις χώρες του κόσμου έχει πάρει εκρηκτικές διαστάσεις και αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους για την παγκόσμια υγεία.

**Δομή του ιού:** Ο HIV ανήκει στους ρετροϊούς, είναι δηλαδή ιός RNA. Διαθέτει, εκτός από το γενετικό του υλικό (RNA), και το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφή, με το οποίο μπορεί να γίνει σύνθεση DNA με μήτρα το RNA του ιού. Το γενετικό υλικό του ιού, καθώς και τα διάφορα ένζυμα που διαθέτει, είναι κλεισμένα σε ένα πρωτεϊνικό καψίδιο, το οποίο περιβάλλεται από ένα λιποπρωτεϊνικό φύσης έλυτρο. Ο ιός προσβάλλει κυρίως τα βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα, καθώς και άλλα είδη κυττάρων, όπως είναι τα κυτταροτοξικά T-λεμφοκύτταρα και τα νευρικά κύτταρα. Ο ιός εισβάλλει στα κύτταρα αυτά, αφού προσδεθεί στους ειδικούς υποδοχείς που υπάρχουν στην επιφάνειά τους.



Εικόνα 1.32: Ιός HIV

**Μετάδοση της ασθένειας:** Στον οργανισμό του ανθρώπου ο ιός ανιχνεύεται κυρίως στο αίμα, στο σπέρμα, στις κολπικές εκκρίσεις, στο σάλιο, στα δάκρυα, στον ιδρώτα, στο μητρικό γάλα, στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό κ.α. Στα τρία πρώτα, δηλαδή στο αίμα, στο σπέρμα και στις κολπικές εκκρίσεις, βρίσκεται σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Αυτό προδιαγράφει και τον τρόπο μετάδοσης του ιού. Ο ιός μπορεί να μεταδοθεί με τη μετάγγιση αίματος ή με τη χρήση της ίδιας σύριγγας (κυρίως από τοξικομανείς). Μπορεί επίσης να μεταδοθεί και κατά τη σεξουαλική επαφή ενός φορέα και ενός υγιούς ατόμου. Δεν αποκλείεται μετάδοση του ιού και κατά τον τοκετό, από τη μητέρα - φορέα προς το νεογνό.

Αντίθετα, δεν έχει αποδειχθεί μετάδοση του ιού μέσω των εντόμων, με το σάλιο, με τη χειραψία, με τους ασπασμούς κατά τις κοινωνικές εκδηλώσεις, με την κοινή χρήση σκευών φαγητού. Κατόπιν όλων αυτών είναι εμφανές ποιες προφυλάξεις πρέπει να παίρνει ο άνθρωπος, για να περιοριστεί η

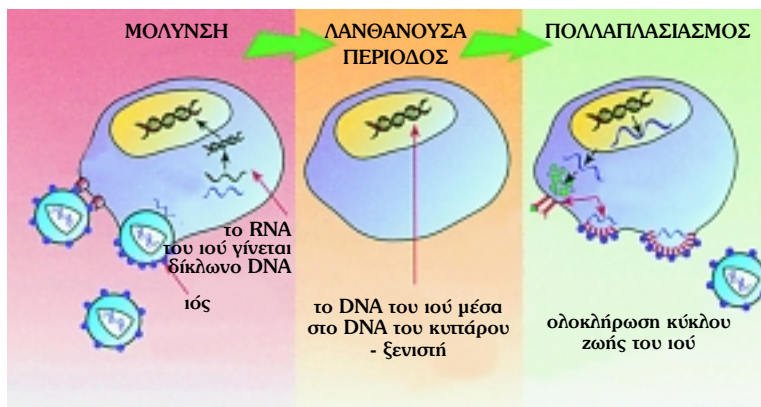
μετάδοση της νόσου. Αυτές είναι:

- Ο έλεγχος του αίματος που προορίζεται για μεταγγίσεις.
- Η χρησιμοποίηση συρίγγων μιας χρήσης **και μόνο μία φορά** από ένα άτομο.
- Η πλήρης αποστείρωση των χειρουργικών και των οδοντιατρικών εργαλείων.
- Η χρήση προφυλακτικού κατά τη σεξουαλική επαφή.

**Διάγνωση της ασθένειας:** Η διάγνωση της νόσου γίνεται είτε με την ανίχνευση του RNA του ιού είτε με την ανίχνευση των ειδικών για τον ιό αντισωμάτων στο αίμα του ασθενούς. Αυτό είναι δυνατό να γίνει μετά την παρέλευση 6 εβδομάδων έως 6 μηνών από την εισβολή του ιού στον οργανισμό. Δυστυχώς όμως η ύπαρξη ειδικών αντισωμάτων ή ειδικών κυτταροτοξικών T-λεμφοκυττάρων στον οργανισμό του ατόμου δε σημαίνει αυτόματα και ανοσία. Ο ιός συνυπάρχει στο μολυσμένο άτομο με τα αντισώματα που έχουν παραχθεί γι' αυτόν.

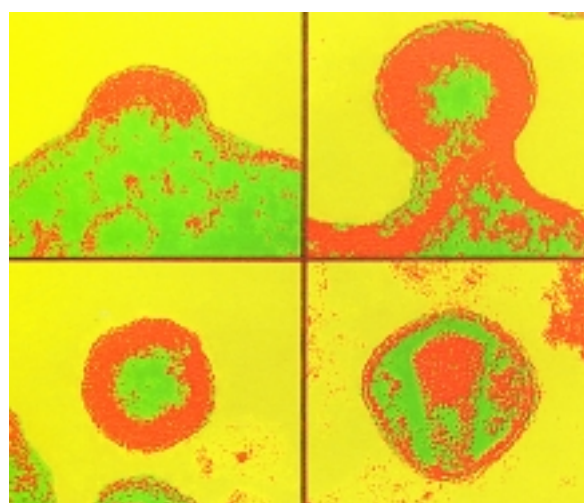
**Περιγραφή των σταδίων της ασθένειας:** Όταν ο ιός HIV εισέλθει στον οργανισμό του ανθρώπου, αρχίζει ένας «αγώνας» μεταξύ αυτού και του ανοσοβιολογικού συστήματος. Με την είσοδό του στον οργανισμό ο ιός HIV συνδέεται με τους ειδικούς υποδοχείς που βρίσκονται στην πλασματική μεμβράνη των βοηθητικών T-λεμφοκυττάρων και μολύνει περιορισμένο αριθμό από αυτά τα κύτταρα. Κατ' αυτό τον τρόπο το γενετικό υλικό του ιού εισέρχεται στα βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα. Εκεί πολλαπλασιάζεται χρησιμοποιώντας το ένζυμο αντίστροφη μεταγραφάση και αξιοποιώντας τους μηχανισμούς του κυττάρου. Αρχικά από το RNA του ιού συντίθεται μονόκλωνο DNA, το οποίο στη συνέχεια μετατρέπεται σε δίκλωνο DNA. Συνήθως το δίκλωνο DNA του ιού συνδέεται με το DNA του κυττάρου

- ξενιστή και παραμένει ανενεργό (σε λανθάνουσα κατάσταση). Κατά την περίοδο αυτή το άτομο θεωρείται φορέας του ιού.

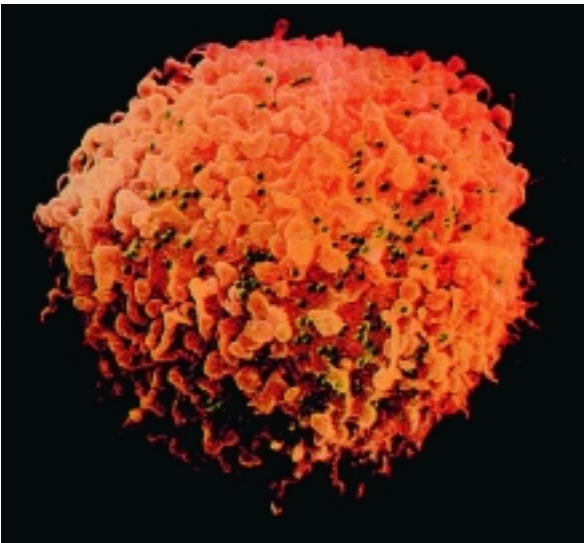


Εικόνα 1.33: Κύκλος ζωής του HIV

Υπάρχει όμως η πιθανότητα να ενεργοποιηθεί ο ιός και να αρχίσει να πολλαπλασιάζεται. Οι καινούριοι ιοί που προκύπτουν μολύνουν άλλα βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα. Από τη στιγμή της μόλυνσης του οργανισμού από τον ιό μέχρι τη διάγνωση της νόσου (με την ανίχνευση του ιού στο αίμα) απαιτείται αρκετό χρονικό διάστημα, που μπορεί να έχει διάρκεια από 6 εβδομάδες έως 6 μήνες. Στο διάστημα αυτό το άτομο εμφανίζει λοιμώξεις, οι οποίες γρήγορα παύουν και δεν οδηγούν στην υποψία για την ύπαρξη της συγκεκριμένης νόσου. Το άτομο όμως μπορεί να μεταδίδει τον ιό χωρίς να το γνωρίζει.



Εικόνα 1.34: Έξοδος ιού HIV από κύτταρο



Εικόνα 1.35: Βοηθητικό Τ-λεμφοκύτταρο μολυσμένο με τον ιό του AIDS (σε πράσινο χρώμα)

Μετά από αρκετά χρόνια (συνήθως 7 έως 10), διάστημα κατά το οποίο το ανοσοβιολογικό σύστημα ενεργοποιείται από πολλά αντιγόνα, εκδηλώνεται η τυπική συμπτωματολογία της ασθένειας (υψηλός πυρετός, έντονες λοιμώξεις, διάρροιες). Κατά το χρονικό αυτό διάστημα ο ιός μολύνει και καταστρέφει όλο και περισσότερα βοηθητικά Τ-λεμφοκύτταρα, με αποτέλεσμα να εξασθενεί η λειτουργία του ανοσοβιολογικού συστήματος. Με την πάροδο του χρόνου τα συμπτώματα αυτά γίνονται εντονότερα και το άτομο οδηγείται τελικά στο θάνατο.

**Αντιμετώπιση της ασθένειας:** Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, η επιστήμη δε διαθέτει κατάλληλα και αποτελεσματικά μέσα αντιμετώπισης του HIV. Η ικανότητα του ιού να μεταλλάσσεται με ταχύτατους ρυθμούς καθιστά αδύνατη την αντιμετώπισή του από το ανοσοβιολογικό σύστημα και δυσκολεύει τη θεραπεία της νόσου. Η επιτυχία μιας θεραπευτικής προσπάθειας εξαρτάται από την έγκαιρη διάγνωση της νόσου.

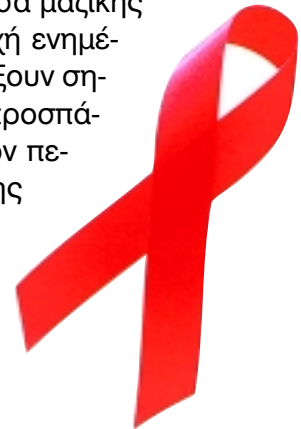
Υπάρχουν φάρμακα, όπως το AZT και το DCC, που καθυστερούν την ανάπτυξη του ιού και παρεμποδίζουν την αντίστροφη με-

ταγραφή. Τα φάρμακα αυτά ωστόσο έχουν σοβαρές παρενέργειες και θα πρέπει να χορηγούνται από ειδικούς γιατρούς και σε εξειδικευμένα ιατρικά κέντρα. Παράλληλα, η φαρμακευτική αντιμετώπιση ευκαιριακών λοιμώξεων από παθογόνους μικροοργανισμούς έχει επιμηκύνει αρκετά το χρόνο επιβίωσης των ασθενών με AIDS.

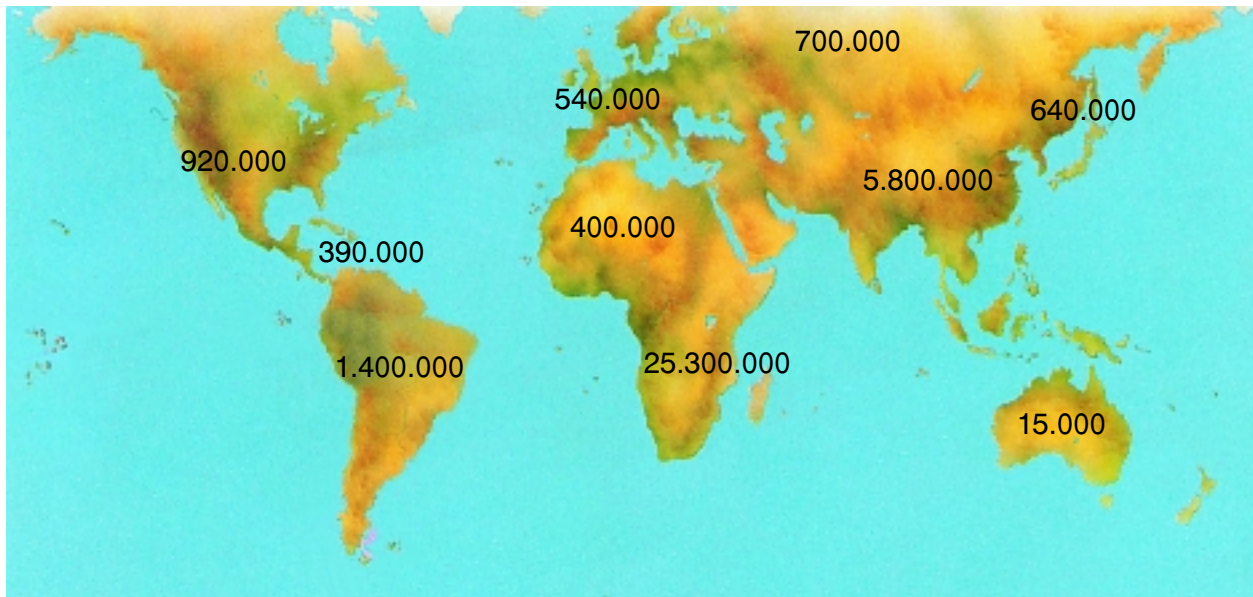
Η παρασκευή εμβολίου βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο, εξαιτίας προβλημάτων που οφείλονται στην πολυμορφικότητα που παρουσιάζει ο ιός με την ικανότητα που έχει να μεταλλάσσεται.

Εκεί όμως που η επιστήμη δεν μπορεί να επέμβει καταλυτικά, προσφέροντας αποτελεσματικά φάρμακα, μπορεί να έχει σωτήρια αποτελέσματα η ενημέρωση. Τόσο η πολιτεία όσο και τα μέσα μαζικής επικοινωνίας, με συνεχή ενημέρωση, μπορούν να παίξουν σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια που γίνεται για τον περιορισμό της μετάδοσης της νόσου.

Εικόνα 1.36: Κόκκινος φιόγκος, το σύμβολο της μάχης κατά της ασθένειας



**Κοινωνικό πρόβλημα:** Το AIDS, εκτός από ιατρικό πρόβλημα, εξελίσσεται παγκοσμίως σε κοινωνική μάστιγα. Τα ποσοστά κρουσμάτων της ασθένειας αυξάνονται με ταχείς ρυθμούς και σε ορισμένες περιοχές της Αφρικής η νόσος έχει πάρει τη μορφή πανδημίας. Γι' αυτό το λόγο η διεθνής κοινότητα, οι διεθνείς οργανισμοί και τα οικονομικώς αναπτυγμένα κράτη πρέπει να χρηματοδοτήσουν σχετικά ερευνητικά προγράμματα. Αισιοδοξούμε ότι η ανθρωπότητα, με την πρόοδο της τεχνολογίας και την αξιοποίησή της στον τομέα της βιολογικής έρευνας, θα αντιμετωπίσει τελικά και αυτό το πρόβλημα.



Εικόνα 1.37: Κατανομή κρουσμάτων AIDS σε όλο τον κόσμο (δεδομένα 2001)

### Οι ευκαιριακές λοιμώξεις είναι η κύρια αιτία θανάτου των ασθενών με AIDS

1. Πνευμονία
2. Μυκητιάσεις του κατώτερου αναπνευστικού
3. Λοίμωξη από κυτταρομεγαλοϊό
4. Φυματίωση
5. Τοξόπλασμα στον εγκέφαλο
6. Έρπητας
7. Καντιντίαση στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα

**«Το AIDS μεταδίδεται κυρίως μεταξύ των ομοφυλοφίλων και των χρηστών ναρκωτικών. Αν δεν ανήκω σ' αυτές τις ομάδες, δε διατρέχω κίνδυνο».**

Η αντίληψη αυτή είναι επικίνδυνη για την υγεία και για τη ζωή σου. Οι στατιστικές δείχνουν ότι το AIDS μεταδίδεται κυρίως με τη σεξουαλική επαφή. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (Π.Ο.Υ.) ισχυρίζεται ότι μετά το 2000 η πλειονότητα των ασθενών με AIDS θα προέρχεται από ετερόφυλη σεξουαλική επαφή.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εξασθένηση της λειτουργίας του ανοσοβιολογικού συστήματος του ανθρώπινου οργανισμού ονομάζεται ανοσοβιολογική ανεπάρκεια και συνήθως είναι επίκτητη. Το Σύνδρομο Επίκτητης Ανοσοβιολογικής Ανεπάρκειας (Acquired Immune Deficiency Syndrome: AIDS) οφείλεται στον ιό HIV (Human Immunodeficiency Virus).

Ο HIV προσβάλλει κυρίως τα βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα, καθώς και άλλα είδη κυττάρων, όπως είναι τα κυτταροτοξικά T-λεμφοκύτταρα. Ο ιός ανιχνεύεται κυρίως στο αίμα, στο σπέρμα, στις κολπικές εκκρίσεις, στο σάλιο, στα δάκρυα, στον ιδρώτα, στο μητρικό γάλα, στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό κ.α. Στα τρία πρώτα, δηλαδή στο αίμα, στο σπέρμα και στις κολπικές εκκρίσεις, βρίσκεται σε πολύ μεγαλύτερες συγκεντρώσεις. Για το λόγο αυτό ο ιός μεταδίδεται κυρίως από το αίμα και το σπέρμα.

Η διάγνωση της νόσου γίνεται είτε με την ανίχνευση του RNA του ιού είτε με την ανίχνευση των ειδικών για τον ιό αντισωμάτων στο αίμα του ασθενούς. Αυτό είναι δυνατό να γίνει, αφού περάσουν 6 εβδομάδες με 6 μήνες μετά την είσοδο του ιού στον οργανισμό.

Ο ιός μολύνει και καταστρέφει τα βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα και μειώνει την αποτελεσματικότητα του ανοσοβιολογικού συστήματος, με συνέπεια ο οργανισμός να είναι εκτεθειμένος σε παθογόνα μικρόβια και να γίνεται ευάλωτος στην ανάπτυξη καρκίνου. Τελικά το άτομο οδηγείται στο θάνατο συνήθως από ευκαιριακές λοιμώξεις ή από καρκίνο.

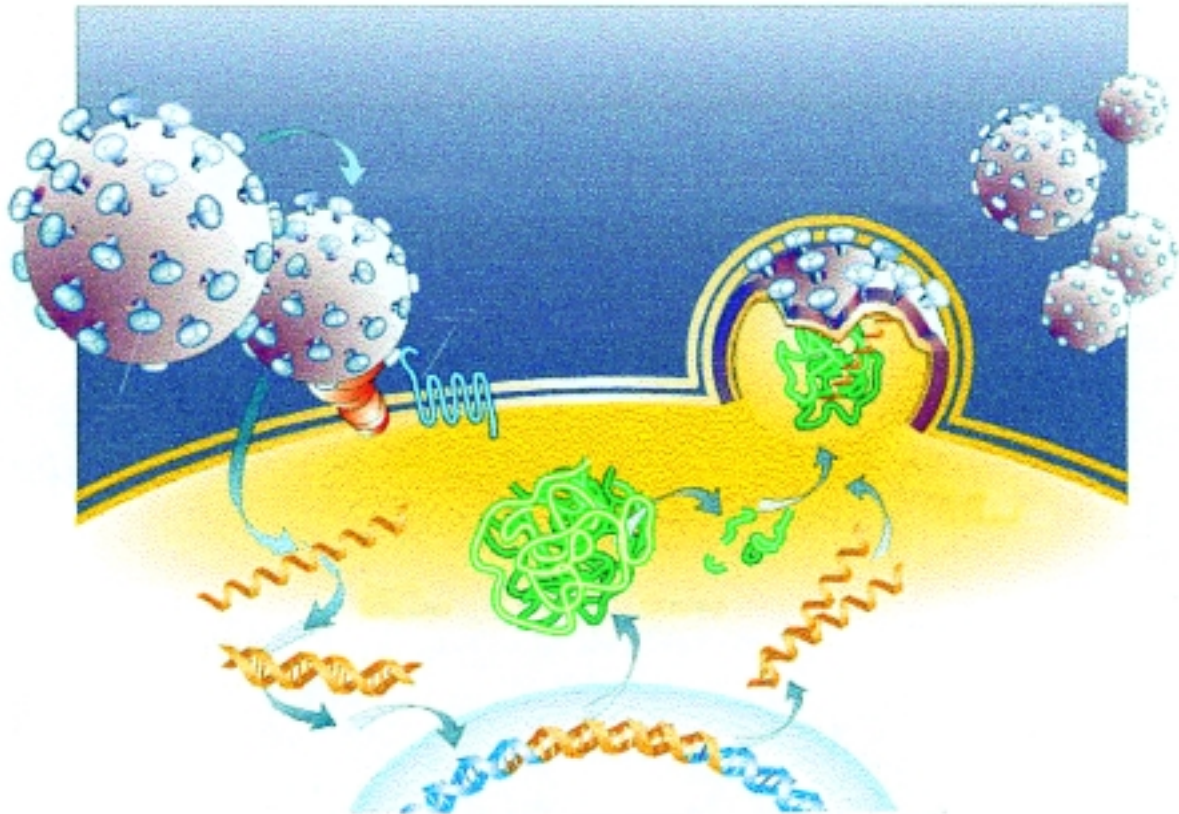
Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, η επιστήμη δε διαθέτει κατάλληλα και αποτελεσματικά μέσα αντιμετώπισης του HIV. Η ικανότητα του ιού να μεταλλάσσεται με ταχύτατους ρυθμούς καθιστά αδύνατη την αντιμετώπισή του από το ανοσοβιολογικό σύστημα και δυσκολεύει τη θεραπεία της νόσου. Η επιτυχία μιας θεραπευτικής προσπάθειας εξαρτάται από την έγκαιρη διάγνωση της νόσου. Τα φάρμακα που χορηγούνται στον ασθενή είναι αυτά που τον προστατεύουν από ευκαιριακές λοιμώξεις, καθώς και αυτά που καθυστερούν την ανάπτυξη του ιού, όπως είναι το AZT και το DCC.

## ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

AIDS	Φορέας
HIV	AZT
Ανοσοανεπάρκεια	DCC
Βοηθητικά T-λεμφοκύτταρα	

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Να περιγράψετε τον τρόπο πολλαπλασιασμού του ιού HIV με τη βοήθεια του παρακάτω σχήματος.



2. Ποιος πιστεύετε ότι είναι ο λόγος που δυσκολεύει τους επιστήμονες να παραγάγουν ένα εμβόλιο για τον ιό του AIDS;
3. Να αναφέρετε τα στάδια εξέλιξης της νόσου από τη στιγμή που ένα άτομο προσβληθεί από τον ιό HIV.
4. Με ποιες μεθόδους μπορεί να γίνει η διάγνωση του AIDS;

Ιατρικοί πάπυροι του 1600 π.Χ. από την αρχαία Αίγυπτο περιέχουν περιγραφές κακοηθειών. Χίλια διακόσια χρόνια αργότερα, το 400 π.Χ., ο Ιπποκράτης χρησιμοποίησε τον όρο «καρκίνωμα», από τη λέξη «καρκίνος» (κάβουρας), για τους κακοήθεις όγκους. Ο Γαληνός, άλλος διάσημος γιατρός της αρχαιότητας, διάλεξε τον καρκίνο (κάβουρα) ως σύμβολο της ασθένειας λόγω της ομοιότητας των αποφύσεων ενός όγκου του μαστού με τα πόδια του κάβουρα.



## 1.4 ΚΑΡΚΙΝΟΣ

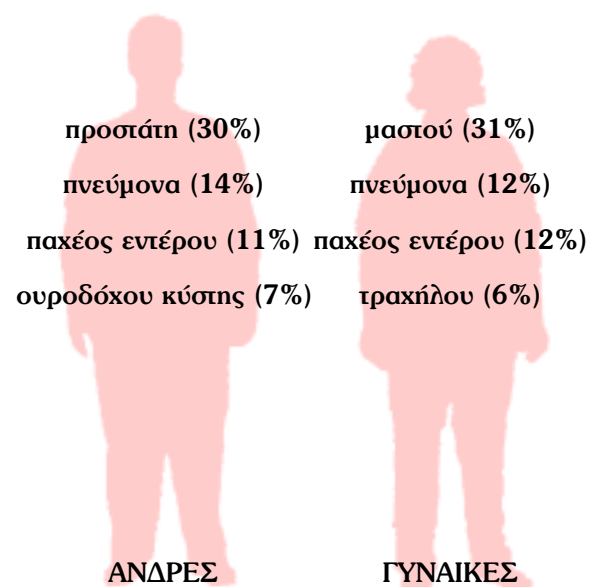
Ο καρκίνος είναι ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα υγείας που παρατηρούνται σήμερα στις αναπτυγμένες χώρες. Οι στατιστικές δείχνουν ότι αποτελεί τη δεύτερη πιο συχνή αιτία θανάτου μετά τις καρδιοπάθειες. Συνήθως προσβάλλει ανθρώπους μεγάλης ηλικίας, υπάρχουν όμως και μορφές καρκίνου που εμφανίζονται σε νεαρής ηλικίας άτομα, ακόμη και σε παιδιά.

Ο όρος «καρκίνος» δεν αποδίδεται σε μία και μόνη ασθένεια, αλλά σε μια ομάδα ασθενειών που χαρακτηρίζονται από τον ανεξέλεγκτο πολλαπλασιασμό των κυττάρων.

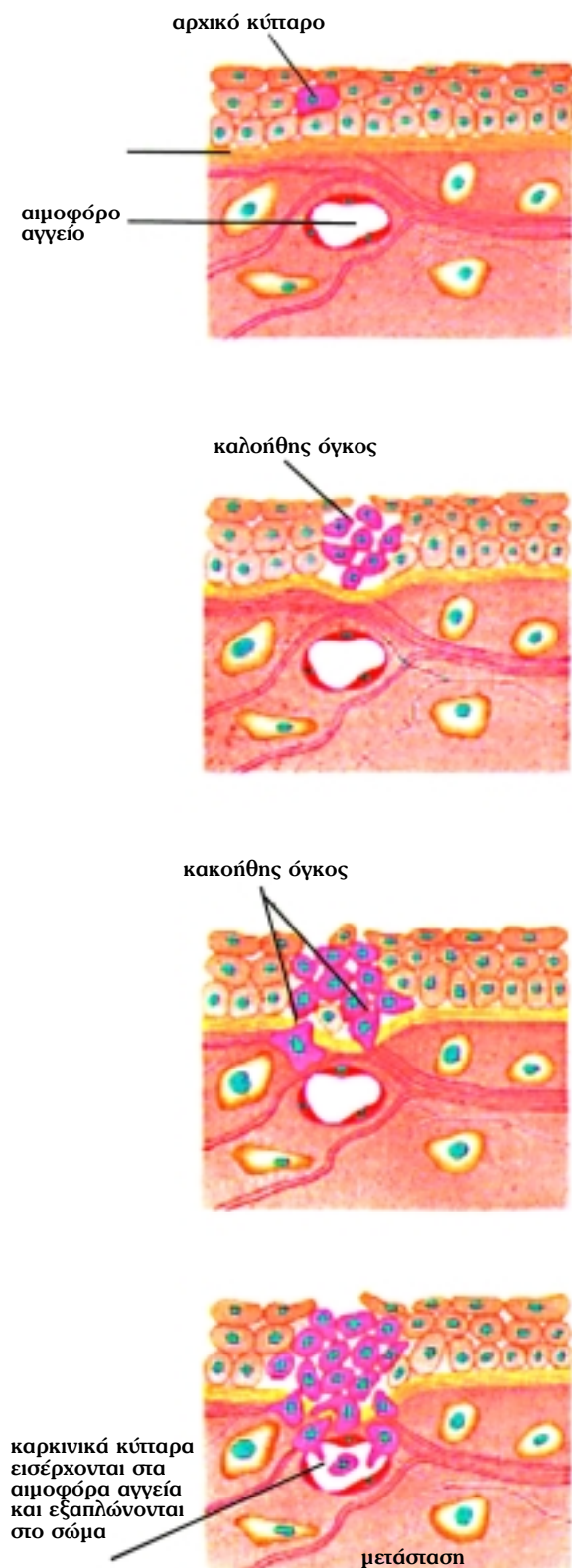
Τα κύτταρα στο σώμα μας αυξάνονται, διαιρούνται και πεθαίνουν με έναν αυστηρά ελεγχόμενο τρόπο. Στα πρώτα χρόνια της ζωής, και μέχρι την ενηλικίωση του ατόμου, ο ρυθμός διαίρεσης των κυττάρων του ανθρώπινου οργανισμού είναι έντονος. Στη συνέχεια τα κύτταρα διαιρούνται μόνο για να αντικαταστήσουν άλλα που έχουν φθαρεί ή πεθάνει.

Τα καρκινικά κύτταρα διαφέρουν από τα φυσιολογικά κύτταρα, διότι συνεχίζουν να διαιρούνται ανεξέλεγκτα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας μάζας κυττάρων, που ονομάζεται **όγκος**. Οι όγκοι είναι καλοήθεις ή κακοήθεις. Οι καλοήθεις όγκοι, των οποίων τα κύτταρα περιβάλλονται από συνδετικό ιστό, δεν είναι επεκτατικοί, δηλαδή δεν εισβάλλουν στους γύρω ιστούς και δεν εξαπλώνονται σε άλλα σημεία του

σώματος. Γενικά, δεν προκαλούν σοβαρή βλάβη στο σώμα, εκτός εάν λόγω του μεγέθους τους ασκούν πίεση σε ζωτικά όργανα. Αντίθετα, στους κακοήθεις όγκους τα κύτταρα εμφανίζουν διαφορετική μορφολογία σε σχέση με τα φυσιολογικά, εισβάλλουν στους γειτονικούς ιστούς, ενώ μέσω της κυκλοφορίας του αίματος ή της λέμφου είναι δυνατόν να μεταφερθούν σε άλλα σημεία του σώματος και να σχηματίσουν δευτερογενείς όγκους, φαινόμενο που ονομάζεται **μετάσταση**. Οι καρκίνοι του αίματος ονομάζονται λευχαιμίες.



Εικόνα 1.38: Συχνότητα διάφορων τύπων καρκίνου στα δύο φύλα (στο σύνολο των περιστατικών καρκίνου, δεδομένα Η.Π.Α. 2002)



Εικόνα 1.39: Στάδια ανάπτυξης καρκίνου

Τα προβλήματα υγείας που προκαλούνται στο άτομο εξαρτώνται από το μέγεθος του όγκου, από τη θέση του στο σώμα, από το στάδιο ανάπτυξής του, από το αν έχει εισβάλει στους γειτονικούς ιστούς και σε ποια έκταση και από το αν έχει υπάρξει μετάσταση. Κάθε καρκίνος (π.χ. καρκίνος του πνεύμονα, της μήτρας, του προστάτη κτλ.) έχει διαφορετικά συμπτώματα, διαφορετική εξέλιξη και επομένως αποτελεί διαφορετική ασθένεια.

### Αίτια του καρκίνου

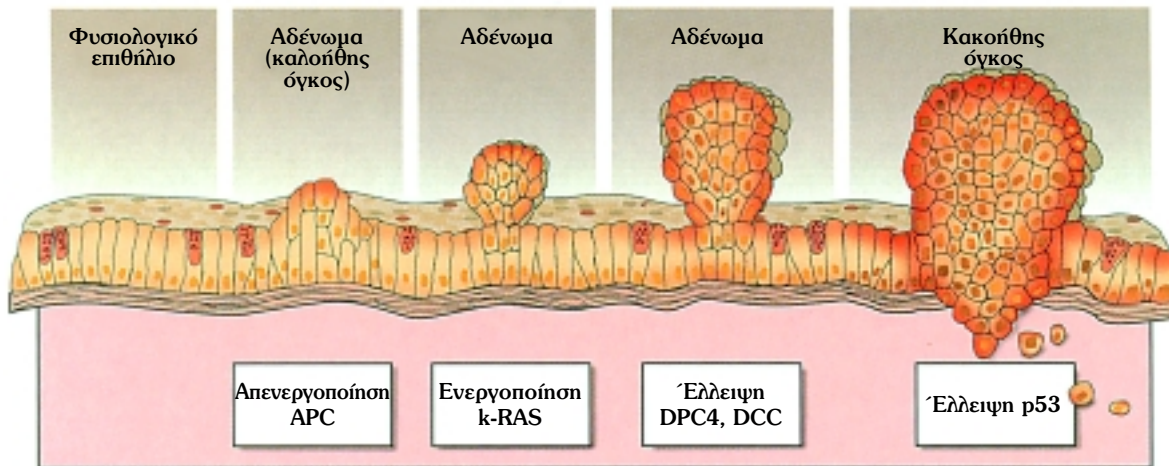
Ο καρκίνος είναι μια πολυσταδιακή και πολυπαραγοντική ασθένεια. Τα αίτια που τον προκαλούν έχουν αναζητηθεί:

- σε μολυσματικούς παράγοντες, όπως είναι οι ιοί,
- σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως είναι οι διάφορες ακτινοβολίες και χημικές ενώσεις,
- στον τρόπο ζωής που επιλέγουμε (κάπνισμα, κατάχρηση αλκοόλ, διατροφικές συνήθειες),
- στις αλλαγές του γενετικού υλικού (μεταλλάξεις).

Όλοι αυτοί οι παράγοντες, δρώντας ταυτόχρονα ή σωρευτικά, οδηγούν μακροπρόθεσμα στην εμφάνιση του καρκίνου.

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες η έρευνα στη Μοριακή Βιολογία έχει προσανατολιστεί στη μελέτη των γονιδίων των καρκινικών κυττάρων και έχει πράγματι εντοπίσει δύο κατηγορίες γονιδίων, τα **ογκογονίδια** και τα **ογκοκατασταλτικά** γονίδια, που παίζουν ρόλο στην καρκινογένεση. Τα ογκογονίδια ανακαλύφθηκαν αρχικά σε διάφορους ιούς οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να μετατρέπουν, στο εργαστήριο, φυσιολογικά κύτταρα σε καρκινικά. Παρόμοια όμως γονίδια βρέθηκαν στη συνέχεια και στα φυσιολογικά κύτταρα και ονομάστηκαν **πρωτοογκογονίδια**. Τα γονίδια αυτά ρυθμίζουν





Εικόνα 1.40: Γονιδιακές μεταλλάξεις στον καρκίνο του παχέος εντέρου (*k-RAS*: ογκογονίδιο. *APC*, *DCC*, *p53*: ογκοκατασταλτικά γονίδια)

τον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση των κυττάρων σε φυσιολογικές συνθήκες. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, γονιδιακές μεταλλάξεις ή χρωμοσωμικές ανωμαλίες είναι δυνατόν να μετατρέψουν τα γονίδια αυτά σε ογκογονίδια, με συνέπεια την εμφάνιση καρκίνου.

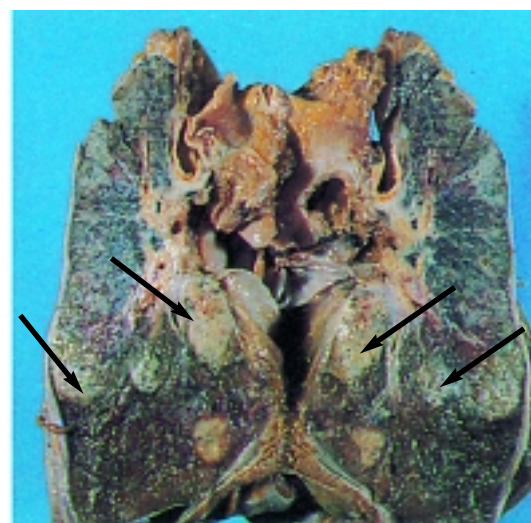
Τα ογκοκατασταλτικά γονίδια, όπως δηλώνει το όνομά τους, καταστέλλουν την ανάπτυξη όγκων ρυθμίζοντας τη δράση των πρωτοογκογονιδίων που ελέγχουν τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων. Η απενεργοποίησή τους με γονιδιακή μετάλλαξη ή χρωμοσωμική ανωμαλία έχει ως συνέπεια τον ανεξέλεγκτο κυτταρικό πολλαπλασιασμό. Η μελέτη των ογκοκατασταλτικών γονιδίων και των προϊόντων τους μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένες μεθόδους θεραπευτικής αντιμετώπισης του καρκίνου.

Ρόλο στην καρκινογένεση παίζει επίσης και η απενεργοποίηση των γονιδίων που ελέγχουν την παραγωγή επιδιορθωτικών ενζύμων. Τα επιδιορθωτικά ένζυμα διορθώνουν λάθη που προκαλούνται είτε από εξωτερικούς παράγοντες, όπως η ακτινοβολία, είτε από τυχαία σφάλματα κατά την αντιγραφή του DNA.

Η εμφάνιση του καρκίνου οφείλεται στη συσσώρευση μεταλλάξεων στα παραπάνω

γονίδια κατά τη διάρκεια της ζωής του ατόμου. Στην περίπτωση του καρκίνου του παχέος εντέρου οι ερευνητές, μελετώντας τα διαφορετικά στάδια εξέλιξής του, εντόπισαν μεταλλάξεις σε 5 διαφορετικά γονίδια. Μία ή δύο μεταλλάξεις φαίνεται ότι είναι αρκετές για την ανάπτυξη ενός καλοήθους όγκου, ενώ για την ανάπτυξη ενός κακοήθους όγκου υπολογίζεται ότι απαιτούνται πάνω από 5 μεταλλάξεις.

Το γεγονός ότι τα καρκινικά κύτταρα διαθέτουν μεταλλαγμένα γονίδια δε σημαίνει



Εικόνα 1.41: Καρκίνος του πνεύμονα. Τα βέλη δείχνουν τους κακοήθεις όγκους.

Γυναίκες των οποίων οι μητέρες έπασχαν από καρκίνο του μαστού έχουν δύο φορές μεγαλύτερη πιθανότητα από το γενικό πληθυσμό να εμφανίσουν αυτή τη μορφή καρκίνου. Υπάρχουν στοιχεία ότι ένα μικρό (1-2%) ποσοστό σπάνιων μορφών καρκίνου εμφανίζει σαφή κληρονομικότητα.

απαραίτητα ότι ο καρκίνος είναι κληρονομικό νόσημα. Οι μεταλλάξεις αυτές συμβαίνουν σε σωματικά κύτταρα, έχουν επιπτώσεις στο συγκεκριμένο άτομο και δεν κληρονομούνται από τους απογόνους του. Μόνο εάν μια μετάλλαξη συμβεί στα άωρα γεννητικά κύτταρα, από τα οποία προέρχονται οι γαμέτες, υπάρχει η πιθανότητα να κληρονομηθεί από τους γονείς στους απογόνους, οι οποίοι θα πρέπει να υποστούν και άλλες μεταλλάξεις κατά τη διάρκεια της ζωής τους για να εκδηλώσουν καρκίνο. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για γενετική προδιάθεση των ατόμων μιας οικογένειας σε κάποιο είδος καρκίνου ή, με άλλα λόγια, για αυξημένη πιθανότητα να πάθουν τα άτομα αυτά καρκίνο σε σχέση με τον υπόλοιπο πληθυσμό.

Οποιοσδήποτε παράγοντας προκαλεί μεταλλάξεις μπορεί δυνητικά να προκαλέσει καρκίνο, είναι δηλαδή **καρκινογόνος παράγων**. Ο ιός Epstein - Barr, ο ιός της ηπατίτιδας Β και οι ιοί των θηλωμάτων έχουν συνδεθεί με την εμφάνιση καρκίνου στον άνθρωπο. Από περιπτώσεις όπως το ατύχημα του Τσέρνομπιλ και τη ρίψη της ατομικής βόμβας στη Χιροσίμα και στο Ναγκασάκι έχει φανεί ότι η έκθεση του ανθρώπου σε υψηλές δόσεις ραδιενέργειας συνδέεται με την ανάπτυξη του καρκίνου. Παρόμοια δεδομένα υπάρχουν και από την έκθεση του ανθρώπου σε διάφορες χημικές ουσίες στον εργασιακό χώρο. Η μόνη περίπτωση στην οποία η συσχέτιση ανάμεσα σε περιβαλλοντικό παράγοντα και τον καρκίνο δεν αμφισβητείται είναι το κάπνισμα. Το κάπνισμα ευθύνεται για το 87% των καρκίνων του πνεύμονα και για το 30% όλων των θανάτων από καρκίνο παγκοσμίως. Οι άνδρες που καπνίζουν έχουν 22 φορές υψηλότερη

θνησιμότητα από τους μη καπνιστές, ενώ οι γυναίκες που καπνίζουν έχουν 12 φορές υψηλότερη θνησιμότητα από τις μη καπνίστριες. Εκτός από τον καρκίνο του πνεύμονα, το κάπνισμα ενοχοποιείται και για άλλους τύπους καρκίνου, όπως του στόματος, του λάρυγγα, των νεφρών, του οισοφάγου, του παγκρέατος.

### Θεραπευτική αντιμετώπιση

Υπάρχουν τέσσερις γενικοί τρόποι αντιμετώπισης του καρκίνου, η **χειρουργική επέμβαση**, η **ακτινοθεραπεία**, η **χημειοθεραπεία** και η **ανοσοθεραπεία**, ενώ μελετώνται πειραματικά αρκετές άλλες θεραπείες και εμβόλια.

Η χειρουργική επέμβαση χρησιμοποιείται για να αφαιρεθεί ο καρκινικός όγκος (μαζί με περιβάλλοντες ιστούς που είναι πιθανόν να περιέχουν καρκινικά κύτταρα) είτε για την πλήρη θεραπεία του καρκίνου είτε για την ανακούφιση των συμπτωμάτων του. Μπορεί να συνδυαστεί με ακτινοθεραπεία ή χημειοθεραπεία, πριν ή μετά τη χειρουργική επέμβαση.

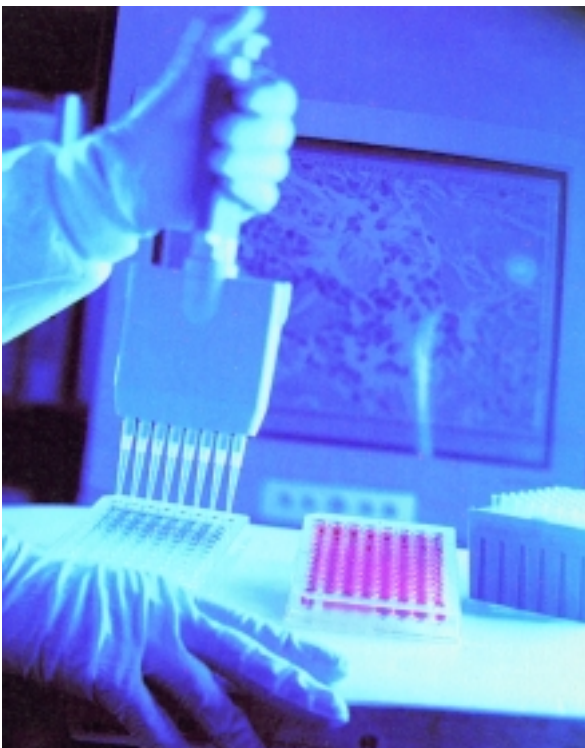
Η ακτινοθεραπεία χρησιμοποιείται για να καταστρέψει τα καρκινικά κύτταρα του όγκου, ενώ η χημειοθεραπεία χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση των καρκινικών κυττάρων στην περίπτωση που έχει ήδη γίνει μετάσταση.

Ισχυρά φάρμακα, τοξικά για τα διαιρούμενα κύτταρα, μπορούν να φτάσουν μέσω της κυκλοφορίας του αίματος σε όλα τα σημεία του σώματος και να καταστρέψουν τα καρκινικά κύτταρα. Όμως, εκτός από τα καρκινικά κύτταρα, ενδέχεται να καταστραφούν και υγιή κύτταρα του οργανισμού που

βρίσκονται σε φάση διαίρεσης, όπως είναι για παράδειγμα τα κύτταρα του επιθηλίου του εντέρου, τα κύτταρα του αίματος, του δέρματος κτλ. Γι' αυτό το λόγο η χημειοθεραπεία μπορεί να έχει παρενέργειες, όπως απώλεια μαλλιών, ναυτία, εμετό, αίσθημα κόπωσης, οι οποίες όμως παρέρχονται μετά την ολοκλήρωση της θεραπείας.

Στην ανοσοθεραπεία η προσπάθεια επικεντρώνεται στο να ενεργοποιηθεί το ανοσοβιολογικό σύστημα του οργανισμού (και ειδικότερα τα κυτταροτοξικά Τ-λεμφοκύτταρα) εναντίον των καρκινικών κυττάρων. Γίνονται επίσης προσπάθειες για τη δημιουργία εμβολίων για συγκεκριμένους τύπους καρκίνου. Στις Η.Π.Α. και στον Καναδά κυκλοφορεί ήδη ένα εμβόλιο κατά του κακοήθους μελανώματος, ενός τύπου καρκίνου του δέρματος.

Σήμερα εκατομμύρια άνθρωποι στον κόσμο ή έχουν πλήρως θεραπευτεί από τον καρκίνο ή επιβιώνουν με κάποια θεραπεία. Σε κάθε περίπτωση, όσο πιο γρήγορα εντο-



Εικόνα 1.42: Οι ερευνητές προσπαθούν να δημιουργήσουν εμβόλια για τον καρκίνο.

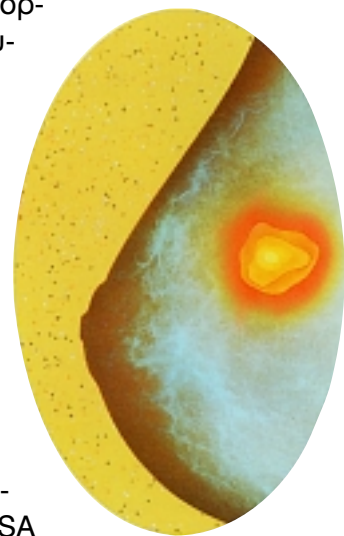
πιστεί ο καρκίνος, τόσο μεγαλύτερες είναι οι πιθανότητες αντιμετώπισής του και επιβίωσης του ατόμου. Επομένως η έγκαιρη διάγνωση είναι ένα ισχυρό όπλο στη μάχη κατά του καρκίνου.

### Πρόληψη

Παρά τις εντατικές προσπάθειες των επιστημόνων, η μάχη με τον καρκίνο συνεχίζεται. Η πρόσφατη αποκρυπτογράφηση του ανθρώπινου γονιδιώματος θα οδηγήσει ενδεχομένως στην ανακάλυψη και άλλων γονιδίων που ενέχονται στην καρκινογένεση, ίσως μάλιστα να αποκαλύψει και τα αίτια της διαφορετικής ευπάθειας που έχουν οι άνθρωποι απέναντι στη νόσο. Ανοικτή είναι επίσης η προοπτική της γονιδιακής θεραπείας, ενώ ελπιδοφόρα παραμένει και η προοπτική δημιουργίας εμβολίων για συγκεκριμένες μορφές καρκίνου.

Ιδιαίτερη σημασία όμως στην αντιμετώπιση του καρκίνου έχει η πρόληψη. Αλλαγές στον τρόπο ζωής μας, όπως είναι η αποφυγή ή η διακοπή του καπνίσματος, η σωματική άσκηση, η υγιεινή διατροφή, η αποφυγή της άσκοπης έκθεσης στον ήλιο, θα βοηθήσουν να μειώσουμε την πιθανότητα να πάθουμε καρκίνο.

Για κάποιες μορφές καρκίνου υπάρχουν τεστ ελέγχου, όπως είναι για παράδειγμα η μαστογραφία για τον καρκίνο του στήθους, το τεστ Παπανικολάου για τον καρκίνο του τραχήλου της μήτρας, η αιματολογική εξέταση PSA για τον καρκίνο του



Εικόνα 1.43: Καρκίνος του μαστού

προστάτη, τα οποία, όταν επαναλαμβάνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, επιτρέπουν την έγκαιρη διάγνωση. Η ενημέρωση του πληθυσμού για όλα αυτά τα θέματα είναι ιδιαίτερα σημαντική.



ΕΛΛΗΝΙΚΗ  
ΑΝΤΙΚΑΡΚΙΝΙΚΗ  
ΕΤΑΙΡΕΙΑ

### Σκεφτείτε...

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Αμερικανικής Εταιρείας για τον Καρκίνο, το 77% όλων των περιστατικών καρκίνου εμφανίζεται μετά την ηλικία των 55 ετών. Γιατί νομίζετε ότι συμβαίνει αυτό;

Πίνακας 1.4: Ενδείξεις για την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου

1. Ασυνήθιστες αιμορραγίες ή εκκρίσεις.
2. Διόγκωση του μαστού ή εμφάνιση εξογκώματος.
3. Πληγή που δε θεραπεύεται.
4. Αλλαγές στην αφόδευση ή στην ούρηση.
5. Επίμονη βραχνάδα ή βήχας.
6. Επίμονη δυσπεψία ή δυσκολία στην κατάποση.
7. Αλλαγή σε μια ελιά.



Εικόνα 1.44: Ιδιαίτερη σημασία στην αντιμετώπιση του καρκίνου έχει η πρόληψη.

## Γιώργος Παπανικολάου

Γεννήθηκε το 1883 στην Κύμη, σπούδασε Ιατρική στο Πανεπιστήμιο Αθηνών και έκανε μεταπτυχιακές σπουδές στη Γερμανία. Το 1913 πήγε στις Η.Π.Α., όπου ανέπτυξε το επιστημονικό του έργο στο Πανεπιστήμιο Κορνέλ της Νέας Υόρκης μελετώντας το κολπικό επίχρισμα των θηλαστικών. Οι έρευνές του επεκτάθηκαν σε καρκινοπαθείς και θεμελιώθηκε η μέθοδος έγκαιρης διάγνωσης του καρκίνου του τραχήλου της μήτρας που φέρει το όνομά του, γνωστή διεθνώς ως Pap-test. Προτάθηκε για το Βραβείο Νόμπελ και πήρε πολλά αμερικανικά βραβεία. Πέθανε το 1962 στο Μαϊάμι των Η.Π.Α. Ο έλεγχος των γυναικών με το τεστ Παπανικολάου μπορεί να επιτύχει την πρόληψη του καρκίνου του τραχήλου σχεδόν 100%.



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο καρκίνος είναι ένα από τα σοβαρότερα προβλήματα υγείας που παρατηρούνται σήμερα στις αναπτυγμένες χώρες. Οι στατιστικές δείχνουν ότι αποτελεί τη δεύτερη πιο συχνή αιτία θανάτου μετά τις καρδιοπάθειες. Συνήθως εμφανίζεται σε ανθρώπους μεγάλης ηλικίας, υπάρχουν όμως και καρκίνοι χαρακτηριστικοί της παιδικής ηλικίας.

Ο καρκίνος έχει ως γνώρισμα τον ανεξέλεγκτο πολλαπλασιασμό των κυττάρων χωρίς αυτά να διαφοροποιούνται. Τα καρκινικά κύτταρα διαφέρουν από τα φυσιολογικά κύτταρα, διότι συνεχίζουν να διαιρούνται ανεξέλεγκτα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μιας μάζας κυττάρων, που ονομάζεται όγκος. Οι όγκοι είναι καλοήθεις ή κακοήθεις. Οι καλοήθεις όγκοι, των οποίων τα κύτταρα περιβάλλονται από συνδετικό ιστό, δεν είναι επεκτατικοί, δηλαδή δεν εισβάλλουν στους γύρω ιστούς και δεν εξαπλώνονται σε άλλα σημεία του σώματος. Γενικά, δεν προκαλούν σοβαρή βλάβη στο σώμα, εκτός εάν λόγω του μεγέθους τους ασκούν πίεση σε ζωτικά όργανα. Αντίθετα, στους κακοήθεις όγκους τα κύτταρα εμφανίζουν διαφορετική μορφολογία σε σχέση με τα φυσιολογικά, εισβάλλουν στους γειτονικούς ιστούς, ενώ μέσω της κυκλοφορίας του αίματος ή της λέμφου είναι δυνατόν να μεταφερθούν σε άλλα σημεία του σώματος και να σχηματίσουν δευτερογενείς όγκους, φαινόμενο που ονομάζεται μετάσταση.

Ο καρκίνος είναι μια πολυσταδιακή και πολυπαραγοντική ασθένεια. Τα αίτια του καρκίνου έχουν αναζητηθεί σε μολυσματικούς παράγοντες, σε περιβαλλοντικούς παράγοντες, στον τρόπο ζωής και στις μεταλλάξεις.

Έχουν βρεθεί δύο κατηγορίες γονιδίων, τα ογκογονίδια και τα ογκοκατασταλτικά γονίδια, που παίζουν ρόλο στην καρκινογένεση. Τα ογκογονίδια προέρχονται από μεταλλάξεις γονιδίων που υπάρχουν στα φυσιολογικά κύτταρα και ονομάζονται πρωτοογκογονίδια. Τα γονίδια αυτά ρυθμίζουν τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό σε φυσιολογικές συνθήκες. Ωστόσο, σε ορισμένες περιπτώσεις, γονιδιακές μεταλλάξεις ή χρωμοσωμικές ανωμαλίες είναι δυνατόν να μετατρέψουν τα γονίδια αυτά σε ογκογονίδια, με συνέπεια την εμφάνιση καρκίνου. Τα ογκοκατασταλτικά γονίδια καταστέλλουν την ανάπτυξη όγκων, ελέγχοντας τη δράση των γονιδίων που παίζουν ρόλο στον πολλαπλασιασμό των κυττάρων.

Υπάρχουν τέσσερις γενικοί τρόποι αντιμετώπισης του καρκίνου, η χειρουργική επέμβαση, η ακτινοθεραπεία, η χημειοθεραπεία και η ανοσοθεραπεία. Η αποκρυπτογράφηση του ανθρώπινου γονιδιώματος θα οδηγήσει ενδεχομένως στην ανακάλυψη και άλλων γονιδίων που ενέχονται στην καρκινογένεση, ίσως μάλιστα να αποκαλύψει και τα αίτια της διαφορετικής προδιάθεσης των ατόμων στη νόσο. Επίσης είναι ελπιδοφόρα η προοπτική της γονιδιακής θεραπείας και της δημιουργίας εμβολίων για συγκεκριμένες μορφές καρκίνου. Ιδιαίτερη σημασία όμως στην αντιμετώπιση του καρκίνου έχει η πρόληψη. Αλλαγές στον τρόπο ζωής μας, όπως είναι η αποφυγή ή η διακοπή του καπνίσματος, η σωματική άσκηση, η υγιεινή διατροφή, η αποφυγή της άσκοπης έκθεσης στον ήλιο, θα βοηθήσουν να μειώσουμε την πιθανότητα να πάθουμε καρκίνο.

## ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

Όγκος	Πρωτοογκογονίδια
Καλοήθεις όγκοι	Ογκογονίδια
Κακοήθεις όγκοι	Ογκοκατασταλτικά γονίδια
Μετάσταση	Χειρουργική επέμβαση
Περιβαλλοντικοί παράγοντες	Χημειοθεραπεία
Μολυσματικοί παράγοντες	Ακτινοθεραπεία
Καρκινογόνοι παράγοντες	Ανοσοθεραπεία
Μεταλλάξεις	Μαστογραφία

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ποιες διαφορές υπάρχουν ανάμεσα σε έναν κακοήθη και σε έναν καλοήθη όγκο;
2. Ποια είναι τα αίτια της εμφάνισης του καρκίνου;
3. Ποιος είναι ο ρόλος των ογκογονιδίων και των ογκοκατασταλτικών γονιδίων στην καρκινογένεση;
4. «Το γεγονός ότι τα καρκινικά κύτταρα διαθέτουν μεταλλαγμένα γονίδια δε σημαίνει απαραίτητα ότι ο καρκίνος είναι κληρονομικό νόσημα». Να σχολιάσετε την παραπάνω πρόταση.
5. Ποια θεραπευτική μέθοδος ακολουθείται στην περίπτωση που ένας καρκίνος έχει κάνει μετάσταση; Ποιες είναι οι παρενέργειες αυτής της μεθόδου;

## 1.5 ΟΥΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ ΕΘΙΣΜΟ

Μερικές από τις ουσίες που καταναλώνει ο άνθρωπος προκαλούν **εθισμό**, δηλαδή μεταβάλλουν τη λειτουργία των νευρικών κυττάρων του, ώστε να μην μπορούν πλέον αυτά να λειτουργήσουν χωρίς τη συνεχή λήψη των ουσιών αυτών.

Ουσίες όπως το αλκοόλ, η νικοτίνη και τα ναρκωτικά προκαλούν συνήθως **ανοχή**, απαιτούν δηλαδή από το χρήστη τη λήψη ολοένα και μεγαλύτερων ποσοτήτων και καθίστανται τελικά τόσο πολύ αναγκαίες (εξάρτηση), ώστε να μην μπορεί πλέον ο χρήστης να ζήσει χωρίς αυτές.

Η **εξάρτηση** διακρίνεται συχνά σε ψυχική και σωματική, αν και η διάκριση αυτή δεν είναι πάντοτε σαφής. Όσον αφορά την ψυχική εξάρτηση, ο χρήστης, όταν δε λαμβάνει την ουσία που του έχει προκαλέσει εθισμό, εκδηλώνει επιθετικότητα ή γίνεται μελαγχολικός, είναι μάλιστα ικανός να φθάσει σε αξιόποινες πράξεις προκειμένου να την αποκτήσει. Όσον αφορά τη σωματική εξάρτηση, ο χρήστης εκδηλώνει όλα τα χαρακτηριστικά της ψυχικής εξάρτησης, σ' αυτά όμως προστίθενται και διάφορα οργανικά συμπτώματα, όπως είναι η ναυτία, η τάση για εμετό, οι σωματικοί πόνοι, η διάρροια κ.ά.

Η απεξάρτηση, η απαλλαγή δηλαδή του ατόμου από την ανάγκη χρήσης της ουσίας που του έχει προκαλέσει εθισμό, δεν είναι εύκολη διαδικασία, καθώς συχνά έχει μεγάλη διάρκεια και είναι επίπονη.

### Ναρκωτικά

Τα ναρκωτικά είναι ουσίες που επιδρούν στο κεντρικό νευρικό σύστημα και στον ψυχισμό του χρήστη. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η ηρωίνη, η μορφίνη, η μεθαδόνη, η κοκαΐνη, το LSD, η μαριχουάνα κ.ά.

Η μορφίνη και η ηρωίνη είναι προϊόντα του οπίου, το οποίο παράγεται από το φυ-



Εικόνα 1.45: Μήκων η υπνοφόρος

τό «μήκων η υπνοφόρος» (παπαρούνα). Η παπαρούνα ήταν γνωστή στους αρχαίους Αιγύπτιους, που τη χρησιμοποιούσαν για την καταπολέμηση του πόνου και ως κατευναστικό του νευρικού συστήματος. Το 1800 απομονώθηκε από το όπιο η **μορφίνη**, η οποία χρησιμοποιήθηκε ευρέως μέχρι το 1870, οπότε απαγορεύτηκε η πώλησή της, γιατί στο μεταξύ είχαν διαπιστωθεί οι βλαβερές παρενέργειές της. Αργότερα, με χημική επεξεργασία του οπίου, παρασκευάστηκε η **ηρωίνη**, η οποία, επειδή θεωρήθηκε ουσία χωρίς παρενέργειες, χρησιμοποιήθηκε ως φάρμακο ακόμη και για την αντιμετώπιση του βήχα. Στις αρχές όμως του 20ού αιώνα, όταν είχαν γίνει πλέον αντιληπτές οι καταστρεπτικές συνέπειές της, απαγορεύτηκε η χρήση της.

Η **μεθαδόνη** είναι μια ναρκωτική ουσία που έχει παρόμοια δράση με τη μορφίνη. Επειδή χορηγείται από το στόμα και διασπάται στο λεπτό έντερο, έχει βραδύτερη και ηπιότερη δράση από άλλα ναρκωτικά. Για το λόγο αυτό τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται σε προγράμματα απεξάρτησης ναρκομανών, στους οποίους χορηγείται σε σταδιακά μειούμενες δόσεις ως υποκατάστατο της ηρωίνης.

Τα εξαρτημένα από τα ναρκωτικά άτομα δύσκολα μπορούν να σταματήσουν τη λήψη των ουσιών αυτών. Και αν ακόμη το αποφασίσουν, έχουν να αντιμετωπίσουν ένα σύνολο συμπτωμάτων (**στερητικό σύνδρομο**)

που καθιστά την κατάσταση επώδυνη. Στο στερητικό σύνδρομο περιλαμβάνονται συμπτώματα όπως η έντονη διέγερση, η έντονη εφίδρωση, οι μυϊκές συσπάσεις και οι ισχυροί πόνοι σε ολόκληρο το σώμα. Η ένταση των συμπτωμάτων αυτών είναι τόσο μεγάλη, που ο χρήστης συχνά αποθαρρύνεται, σταματά τη διαδικασία απεξάρτησης και επανέρχεται πάλι στη συστηματική χρήση ναρκωτικών.

Πού οφείλεται όμως το γεγονός αυτό; Ας πάρουμε για παράδειγμα ένα μορφινομανή. Γνωρίζουμε ότι ο οργανισμός του ανθρώπου παράγει ορισμένες ουσίες, τις «φυσιολογικές μορφίνες», που λέγονται **ενδορφίνες** και **εγκεφαλίνες**. Αυτές επιδρούν στα εγκεφαλικά κέντρα και έχουν ως σκοπό την καταστολή των μικρών πόνων και των διεγέρσεων που παρουσιάζονται ανά πάσα στιγμή στον οργανισμό. Αλλιώς η ζωή μας θα ήταν ένα συνεχές μαρτύριο. Όταν ο πόνος είναι πολύ μεγάλος, δεν αρκεί η δράση των ενδορφινών για την καταστολή του και τότε βοηθάμε τον οργανισμό με αναλγητικά φάρμακα.

Η μορφίνη και τα παράγωγά της λειτουργούν όπως οι ενδορφίνες, αλλά έχουν ισχυρότερη δράση. Λαμβάνοντας συνεχώς δόσεις μορφίνης, εκτός των άλλων, αναστέλλουμε τους μηχανισμούς παραγωγής των ενδορφινών, γιατί πλέον οι ουσίες αυτές δε μας χρειάζονται. Κατά συνέπεια, όταν ο μορφινομανής αποφασίσει να αποτοξινωθεί διακόπτοντας τη λήψη ναρκωτικών ουσιών, το σύστημα της παραγωγής ενδορφινών δεν μπορεί πια να ενεργοποιηθεί, με συνέπεια το άτομο να υποφέρει από πόνους και η δραματική αυτή κατάσταση να κάνει πολύ δύσκολη την απεξάρτησή του.

### Κατευναστικές ουσίες

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το αλκοόλ, τα βαρβιτουρικά και άλλες ουσίες. Η συχνή χρήση των ουσιών αυτών σε μεγάλες ποσότητες και ακόμη περισσότερο η συνδυασμένη λήψη τους έχουν καταστρε-

πτικές επιπτώσεις στην υγεία του ατόμου.

Η αιθυλική αλκοόλη (το οινόπνευμα) που περιέχεται στα αλκοολούχα ποτά διαχέεται εύκολα από το γαστρεντερικό σωλήνα στο αίμα και μέσω αυτού σε κάθε όργανο του σώματος. Τα συστήματα του οργανισμού που προσβάλλονται περισσότερο από την υπερβολική και συστηματική χρήση αλκοόλ είναι το νευρομυϊκό, το γαστρεντερικό και το καρδιαγγειακό σύστημα. Μάλιστα, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα ενός οργάνου σε νερό, τόσο ευκολότερα διαχέεται το οινόπνευμα και τόσο περισσότερο αυξάνεται η συγκέντρωσή του στο όργανο αυτό, με συνέπεια να πλήττεται σοβαρότερα από άλλα όργανα που έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό. Ο εγκέφαλος, για παράδειγμα, που έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε νερό, παρουσιάζει την τάση να συγκεντρώνει το οινόπνευμα, ακόμη και αν η ποσότητα που θα καταναλωθεί είναι μικρή. Η ακεταλδεΰδη που παράγεται κατά τον καταβολισμό του οινοπνεύματος προξενεί καταστροφές στα κύτταρα των διάφορων ι-



Εικόνα 1.46: Δε χρειάζεται να γίνει κανείς αλκοολικός, για να προσέχει την ποσότητα του αλκοόλ που καταναλώνει.



στών και επομένως διαταραχές σε όλα σχεδόν τα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού. Οι αλκοολικοί, λόγω της φθοράς των κυττάρων του εγκεφάλου τους, παρουσιάζουν απώλεια μνήμης, φαινόμενα σύγχυσης, παραισθήσεις και ψυχωτική συμπεριφορά.

Το πεπτικό σύστημα επιβαρύνεται επίσης, καθώς το οινόπνευμα προκαλεί αύξηση των εκκρίσεων του στομάχου και στη συνέχεια φλεγμονή. Παράλληλα, η υπερβολική κατανάλωση οινοπνεύματος ελαττώνει την ικανότητα του λεπτού εντέρου να απορροφά τις θρεπτικές ουσίες που περιέχονται στην τροφή μας. Συνέπεια του γεγονότος αυτού είναι η φθορά του ήπατος, το οποίο, αντί να αποθηκεύει τις πρωτεΐνες και τους υδατάνθρακες που χρησιμοποιούνται από τα ηπατικά κύτταρα, αποθηκεύει λίπη, με αποτέλεσμα τη διόγκωσή του. Η συνεχιζόμενη κατανάλωση οινοπνεύματος από έναν αλκοολικό καταλήγει συχνά σε εκφυλισμό του ηπατικού ιστού, μια κατάσταση που ονομάζεται κίρρωση του ήπατος, η οποία, αν και δεν περιορίζεται στους αλκοολικούς, παρουσιάζεται ωστόσο σε ποσοστό οκτώ φορές μεγαλύτερο σ' αυτούς παρά στα μη εξαρτημένα από το αλκοόλ άτομα.

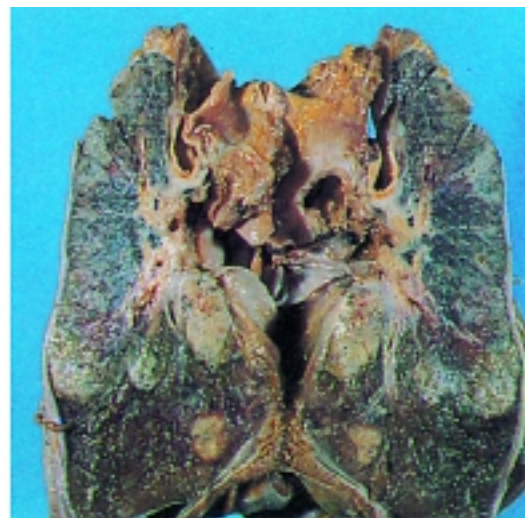
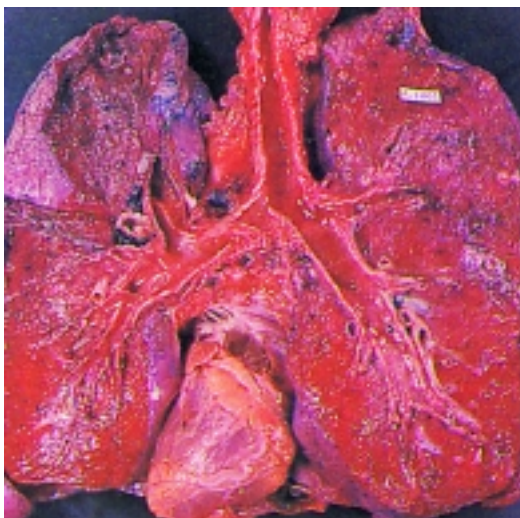
Η κατάχρηση του αλκοόλ προκαλεί υ-

πέρταση και έτσι αυξάνει τις πιθανότητες για την εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων. Το αλκοόλ όμως συσχετίζεται και με την αύξηση της πιθανότητας να εκδηλωθούν διάφορες μορφές καρκίνου (στομάχου, ήπατος, πνευμόνων), ενώ σε συνδυασμό με τη νικοτίνη ευθύνεται για καρκίνους του λάρυγγα και του οισοφάγου.

### Νικοτίνη

Η νικοτίνη είναι μια δραστική ουσία που περιέχεται στον καπνό των τσιγάρων και είναι το ίδιο εθιστική όσο και η κοκαΐνη. Στην επιβλαβή για τον οργανισμό δράση της νικοτίνης περιλαμβάνονται η έντονη σύσπαση των αγγείων, λόγω έκκρισης αδρεναλίνης, η επακόλουθη αύξηση της αρτηριακής πίεσης και η αύξηση της κινητικότητας του γαστρεντερικού σωλήνα.

Οι καπνιστές, εκτός από τους κινδύνους στους οποίους εκτίθενται λόγω της νικοτίνης (αυξημένες πιθανότητες για καρδιαγγειακά νοσήματα και παθήσεις του στομάχου), υπόκεινται στις καταστρεπτικές συνέπειες της πίσσας, ενός από τα πολλά επικίνδυνα προϊόντα που παράγονται κατά την καύση του τσιγάρου. Αποδεδειγμένα πλέον η πίσσα ευθύνεται για την εμφάνιση καρκίνου του πνεύμονα.



Εικόνα 1.47: Πνεύμονας ατόμου που δεν καπνίζει (αριστερά) και ατόμου που καπνίζει (δεξιά).

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μερικές από τις ουσίες που καταναλώνει ο άνθρωπος προκαλούν εθισμό, δηλαδή μεταβάλλουν τη λειτουργία των νευρικών κυττάρων του, ώστε να μην μπορούν πλέον αυτά να λειτουργήσουν χωρίς τη συνεχή λήψη των ουσιών αυτών.

Ουσίες όπως το αλκοόλ, η νικοτίνη και τα ναρκωτικά προκαλούν συνήθως ανοχή, απαιτούν δηλαδή από το χρήστη τη λήψη ολοένα και μεγαλύτερων ποσοτήτων και καθίστανται τελικά τόσο πολύ αναγκαίες (εξάρτηση), ώστε να μην μπορεί πλέον ο χρήστης να ζήσει χωρίς αυτές.

Η εξάρτηση διακρίνεται συχνά σε ψυχική και σωματική, αν και η διάκριση αυτή δεν είναι πάντοτε σαφής.

Τα ναρκωτικά είναι ουσίες οι οποίες επιδρούν στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Στις ουσίες αυτές ανήκουν η ηρωίνη, η μορφίνη, η μεθαδόνη, η κοκαΐνη, το LSD κ.ά. Τα εξαρτημένα από τα ναρκωτικά άτομα δύσκολα μπορούν να σταματήσουν τη λήψη των ουσιών αυτών. Και αν ακόμη το αποφασίσουν, παρουσιάζουν μια έντονη συμπτωματολογία που καθιστά την κατάσταση δραματική. Το σύνολο των συμπτωμάτων αυτών απαρτίζει το στερητικό σύνδρομο.

Στην κατηγορία των κατευναστικών ουσιών ανήκουν το αλκοόλ, τα βαρβιτουρικά και άλλες ουσίες. Η συχνή χρήση των ουσιών αυτών σε μεγάλες ποσότητες (π.χ. αλκοολισμός), αλλά και η συνδυασμένη λήψη τους έχουν καταστρεπτικές επιπτώσεις στην υγεία του ατόμου.

Η νικοτίνη είναι μια δραστική ουσία που περιέχεται στον καπνό των τσιγάρων. Στην επιβλαβή για τον οργανισμό δράση της νικοτίνης περιλαμβάνονται η έντονη σύσπαση των αγγείων, λόγω έκκρισης αδρεναλίνης, η επακόλουθη αύξηση της αρτηριακής πίεσης και η αύξηση της κινητικότητας του γαστρεντερικού σωλήνα.

## ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

Εθισμός	Κατευναστικές ουσίες
Ανοχή	Αλκοολισμός
Εξάρτηση	Στερητικό σύνδρομο
Ναρκωτικά	Νικοτίνη
Ενδορφίνες	Καρκίνος του πνεύμονα
Εγκεφαλίνες	

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ - ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ

1. Ποια είναι τα συμπτώματα του στερητικού συνδρόμου; Πού οφείλεται η μεγάλη ένταση των συμπτωμάτων αυτών;
2. Πού οφείλεται η κίρρωση του ήπατος στους αλκοολικούς;

## ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

1. Στην ιστοσελίδα της Ελληνικής Αντικαρκινικής Εταιρείας βρείτε τον ευρωπαϊκό κώδικα κατά του καρκίνου, εκτυπώστε τον και αναρτήστε τον στην τάξη σας. Ένας βασικός στόχος της Ελληνικής Αντικαρκινικής Εταιρείας είναι η ενημέρωση του κοινού αλλά και των σχολείων. Ποια ενημερωτικά φυλλάδια έχει συντάξει η Εταιρεία για την πληροφόρηση του κοινού; Πώς μπορείτε να βοηθήσετε εσείς προσωπικά στη μάχη κατά του καρκίνου;
2. Η χώρα μας έχει τους περισσότερους καπνιστές στην Ευρώπη. Ανησυχητικά είναι και τα ποσοστά καπνιστών στους νέους. Οργανώστε μια μικρή έρευνα στο σχολείο σας προσπαθώντας να διερευνήσετε τις στάσεις και τη συμπεριφορά των μαθητών όσον αφορά το κάπνισμα. Πόσοι είναι καπνιστές; Υπάρχει διαφοροποίηση ανάμεσα στα φύλα; Οι γονείς τους είναι καπνιστές; Γιατί οι μαθητές καπνίζουν; Συμφωνούν με την αντικαπνιστική εκστρατεία; Υπάρχουν άλλα μέτρα που θα ήταν πιο αποτελεσματικά; Ζητήστε τη βοήθεια του καθηγητή σας των Μαθηματικών για το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου και τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Παράδειγμα ερωτηματολογίου μπορείτε να βρείτε στην ιστοσελίδα της Ελληνικού Ιδρύματος Καρδιολογίας. Μπορείτε να δημοσιοποιήσετε τα αποτελέσματα της έρευνάς σας στη σχολική εφημερίδα, σε μια τοπική εφημερίδα ή στο Διαδίκτυο. Μπορείτε επίσης να τα παρουσιάσετε σε μια εκδήλωση που θα οργανώσετε στο σχολείο σας.
3. Το διάγραμμα δείχνει τον αριθμό των θανάτων από λοιμώδη νοσήματα και από καρκίνο στις αρχές του εικοστού αιώνα (1900) και αργότερα (1976). Τι παρατηρείτε; Πώς εξηγούνται αυτά τα δεδομένα; Προσπαθήστε να διερευνήσετε το θέμα με τη βοήθεια βιβλιογραφικών πηγών και ειδικών.

