

Η φύση και η παθογένεια της λοίμωξης

1

Εισαγωγή, 3

Η φύση των παθογόνων και των λοιμώξεων,

Επιδημιολογία των λοιμώξεων, 5

Ξεσπάσματα και επιδημίες, 6

Αλληλεπίδραση ανάμεσα στον ξενιστή, στον νοσογόνο παράγοντα και στο περιβάλλον, 7

Πληθυσμιακοί παράγοντες, 7

Πηγές και δεξαμενές της λοίμωξης, 7

Οδοί μετάδοσης της λοίμωξης, 8

Η δυναμική του αποικισμού και της λοίμωξης, 9

Μηχανισμοί αντίστασης στη λοίμωξη, 10

Τοπικοί μηχανισμοί ενάντια στη λοίμωξη, 10

Έμφυτη αντίσταση στη λοίμωξη, 12

Η παθογένεια της λοίμωξης, 13

Χαρακτηριστικά ενός επιτυχημένου παθογόνου, 13

Επιδράσεις των μικροβιακών τοξινών, 16

Μικροβιακή συνέργεια, 16

Εκδηλώσεις των λοιμωδών ασθενειών, 16

Παρενέργειες του πυρετού, 17

Αντιμετωπίζοντας τον πυρετό και τις επιπλοκές του, 17

Φλεγμονή, 18

Εξανθήματα, 19

Βλαπτικές επιδράσεις των ανοσολογικών απαντήσεων, 19

Η κλινική εκτίμηση ενός ασθενούς με πυρετό, 21

Αρχές της διερεύνησης, 21

Εισαγωγή

Η φύση των παθογόνων και των λοιμώξεων

Οι όροι που χρησιμοποιούνται στην εξέταση των λοιμωδών ασθενειών αλλάζουν συνεχώς προκειμένου να συμβαδίζουν με τις αλλαγές στη γνώση και στην κατανόησή μας σχετικά με αυτές. Θα ξεκινήσουμε ορίζοντας μερικούς από τους συνηθέστερους όρους που χρησιμοποιούνται σε αυτό το βιβλίο.

Ως **παθογόνο** ορίζεται ένας οργανισμός που έχει την ικανότητα να εισβάλλει στο σώμα και να προκαλεί ασθένεια. Ένας τέτοιος οργανισμός χαρακτηρίζεται ως **νοσογόνος**.

Ο Robert Koch ανέπτυξε κριτήρια για τον ορισμό ενός παθογόνου όταν απομόνωσε και ταυτοποίησε νοσογόνα βακτήρια όπως το *Mycobacterium tuberculosis* και το *Bacillus anthracis*.

Τα «**αξιώματα**» του Koch καθορίζουν πότε ένα ταυτοποιημένο βακτήριο είναι παθογόνο:

- Το βακτήριο μπορεί πάντα να ταυτοποιηθεί σε περιπτώσεις της ασθένειας
- Το βακτήριο βρίσκεται μόνο κατά την παρουσία της ασθένειας
- Όταν το βακτήριο καλλιεργείται σε στείρο θρεπτικό υλικό εκτός του σώματος και έπειτα επανεισάγεται σε έναν υγιή ξενιστή, θα προκαλέσει την ίδια ασθένεια.

Ο ορισμός του Koch λειτουργεί καλά για πολλά βακτήρια, αλλά δεν ορίζει πλήρως την αλληλεπίδραση ξενιστή-παθογόνου με τους νοσογόνους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων των ιών και των prions, που έχουν περιγρα-

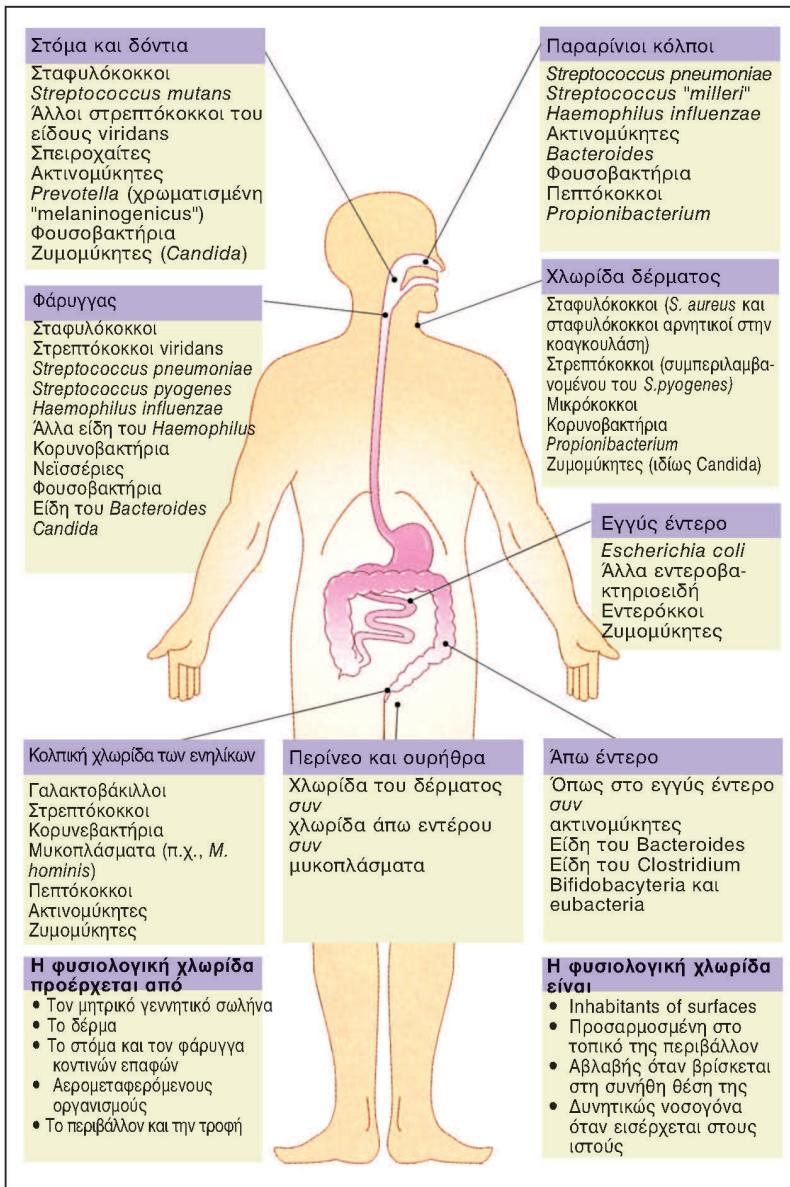
φεί τώρα. Για παράδειγμα, η *Escherichia coli* βρίσκεται σε μεγάλους αριθμούς στο υγιές έντερο του ανθρώπου και θα μπορούσε γι' αυτό να χαρακτηριστεί ως μη νοσογόνο. Ωστόσο, ορισμένα στελέχη της *E. coli* μπορούν να παράγουν ουσίες που δρουν ως εν δυνάμει εντεροτοξίνες και άλλοι παράγοντες παθογένειας και να προκαλέσουν σημαντικές διαρροϊκές ασθένειες. Ως εκ τούτου, η *E. coli* μπορεί να συμπεριφερθεί ως παθογόνο ή ως αποικιστής, ανάλογα με την περίπτωση.

Στη νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης χρησιμοποιείται ένας ευρύτερος ορισμός του «βιολογικού παράγοντα»: οποιοσδήποτε μικροοργανισμός, κυτταρική καλλιέργεια ή τοξίνη που είναι ικανή να εισέλθει στο ανθρώπινο σώμα και να προκαλέσει βλάβη.

Ως **λοιμώδης ασθένεια** ορίζεται ένα νόσημα που προκαλείται από ένα παθογόνο, το οποίο εισβάλλει στους ανθρώπινους ιστούς και προκαλεί βλάβη.

Πολυάριθμοι μικροοργανισμοί αποικίζουν το δέρμα και τους βλεννογόνους για να σχηματίσουν τη φυσιολογική χλωρίδα του ανθρώπινου σώματος. Απλώς η παρουσία μικροοργανισμών που πολλατλασίαζονται δεν αποτελεί λοίμωξη (Εικ. 1.1). Στην πραγματικότητα, οι οργανισμοί που αποικίζουν το σώμα δεν προκαλούν βλάβη, αλλά συχνά παρέχουν όφελος στον ξενιστή, δημιουργώντας ανταγωνισμό με δυνητικά παθογόνα για τα σημεία προσκόλλησης και τα θρεπτικά στοιχεία και παράγοντας αντιμικροβιακές ουσίες που είναι τοξικές για τα παθογόνα. Μια λοιμώδης ασθένεια συμβαίνει μόνο όταν υπάρχει μια **συνοδός ιστική βλάβη**. Ακόμα και τα δυνητικά παθογόνα μπορούν να δράσουν ως αποικιστές. Ο *Staphylococcus aureus*, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει σοβαρή νόσο, υπάρχει συχνά στην επιφάνεια του υγιούς δέρματος. Μόνο όταν εισβάλλει στους ιστούς του δέρματος ή στο αίμα προκα-

4 Κεφάλαιο 1 Η φύση και η παθογένεια της λοίμωξης



Εικόνα 1.1 Φυσιολογική χλωρίδα του ανθρώπου.

λεί λοιμώδη ασθένεια. Ο τέτανος συμβαίνει όταν το *Clostridium tetani* πολλαπλασιάζεται σε μια πληγή εκλύοντας τη νευροτοξίνη τετανοσπασμίνη. Επειδή ο οργανισμός πολλαπλασιάζεται στους ιστούς του ζεινιστή, ο τέτανος μπορεί να χαρακτηριστεί ως λοιμώδης ασθένεια. Αντίθετα, η βιοτουλίαση των ενηλίκων προκαλείται από τη βρώση φαγητού στο οποίο έχει αναπτυχθεί το *C. botulinum* και έχει παραγάγει μια νευροτοξίνη. Ο ίδιος ο οργανισμός δεν αναπαράγεται στον ανθρώπινο ζεινιστή, οπότε η βιοτουλίαση ορίζεται ως τοξίκωση (δηλητηρίαση), παρά ως λοιμώδης ασθένεια. Το *C. botulinum* υπάρχει στα κόπρανα στο 5-20% των φυσιολογικών ατόμων. Ο οργανισμός παράγει μόνο την τοξίνη του, προκαλώντας ψευδομεμβρανώδη κολίτιδα, όταν οι συνθήκες μέσα στο παχύ έντερο μεταβάλλονται λόγω θεραπείας με αντιβιοτικά. Σε αυτή την περίπτωση, ο αποικισμός, η αβλαβής παρουσία των μικροοργανισμών, έχει αναπτυχθεί σε λοιμώδη ασθένεια.

Σε αυτό το βιβλίο ο όρος «ασθένεια» θα χρησιμοποιείται συχνά ως συντομογραφία για τη «λοιμώδη ασθένεια».

Αυξανόμενοι αριθμοί ασθενών είναι ανοσοκατεσταλμένοι λόγω φυσικής νόσου ή λόγω ιατρικής θεραπείας και γι' αυτό έχουν αυξημένη ευαισθησία σε λοιμώξεις. Για παράδειγμα, περίπου το ένα τρίτο του παγκόσμιου πληθυσμού είναι μολυσμένο με τα βακτήρια που προκαλούν φυματίωση. Ως αποτέλεσμα αυτού, μεταξύ 10 και 20% των ανοσοκατεσταλμένων ατόμων θα αναπτύξουν φυματίωση κάποια στιγμή στη ζωή τους. Σε ασθενείς με συνηπάρχουσα λοιμώξη από τον ιό HIV ο κίνδυνος αυξάνεται κατά 10% ετησίως. Επιπροσθέτως, οι ανοσοκατεσταλμένοι ασθενείς δεν μπορούν να αντισταθούν σε λοιμώξεις από οργανισμούς όπως τα βακτήρια του περιβάλλοντος και οι σαπροφυτικοί μύκητες, που συνήθως θεωρούνται ως μη νοσογόνοι. Ακόμα και ιατρικές θεραπείες ρουτίνας μπορούν να κάνουν πιο ευαίσθητους σε λοιμώδεις ασθένειες

άτομα που κανονικά είναι ανοσοεπαρκείς. Για παράδειγμα, οι ενδαγγειακοί καθετήρες μπορούν να δημιουργήσουν μια οδό εισόδου στο αίμα για τους σταφυλόκοκκους, οι οποίοι κανονικά είναι μέρος της χλωρίδας του δέρματος, επιτρέποντάς τους να συμπεριφερθούν ως παθογόνα.

Ως μεταδοτική νόσος ορίζεται μια λοιμώδης ασθένεια που μπορεί να εξαπλώνεται από άτομο σε άτομο.

Όλες οι λοιμώδεις ασθένειες δεν είναι μεταδοτικές. Ένας ασθενής με πνευμονία που προκλήθηκε από τη *Legionella pneumophila* υποφέρει από μια λοιμώδη ασθένεια. Παρ' όλα αυτά, δεν αποτελεί μεταδοτική νόσο, επειδή δεν είναι ικανή να εξαπλώνεται από αυτόν τον ασθενή σε κάποιον άλλον. Οι μεταδοτικές νόσοι μπορούν να εξαπλωθούν με πολλούς τρόπους: με άμεση μεταφορά από άτομο σε άτομο, με μετάδοση μέσω του αναπνευστικού, με σεξουαλική επαφή ή με βλεννογονική επαφή, με παρεντερικό ενοφθαλμισμό, με έντομα φορείς ή μέσω μικροβιοφόρων υλικών (που είναι άψυχα αντικείμενα τα οποία μπορούν να μεταφέρουν τα παθογόνα).

Ως παράσιτο ορίζεται ένας οργανισμός που ζει πάνω ή μέσα σε έναν άλλον οργανισμό, αποκομιζόντας όφελος από αυτόν χωρίς να παρέχει τίποτα προς ανταπόδοση.

Δεν είναι όλα τα «παράσιτα» αβλαβή: η *Entamoeba dispar*, ένα πρωτόζωο, ζει στο ανθρώπινο έντερο χωρίς να προκαλεί ασθένεια, οπότε είναι ένας αποικιστής. Το κοντινό είδος *E. histolytica* είναι ικανό να εισβάλει στους ιστούς, προκαλώντας κολίτιδα και αποστήματα στο ήπαρ, στον εγκέφαλο και σε άλλους ιστούς. Είναι, λοιπόν, ένα παθογόνο και αυτός ο όρος θα χρησιμοποιείται για αυτό και για άλλα νοσογόνα παράσιτα στο παρόν βιβλίο. Πολυκύτταρα παράσιτα όπως τα σχιστοσώματα μπορεί να είναι επίσης παθογόνα. Στο παρελθόν, ασθένειες που προκαλούνταν από μεταζωικά παράσιτα αποκαλούνταν μερικές φορές ως παρασιτώσεις. Σήμερα, όλες οι παρασιτικές ασθένειες λέγονται λοιμώδεις ασθένειες.

Ως παθογονικότητα ορίζεται η ικανότητα πρόκλησης ασθένειας.

Η *Neisseria gonorrhoeae* είναι ο οργανισμός που προκαλεί τη γονόρροια. Είναι ένας μικρός Gram-αρνητικός διπλόκοκκος, κάποια στελέχη της οποίας φέρουν επιφανειακές προεξοχές που ονομάζονται τριχίδια.

Οι οργανισμοί με τα τριχίδια μπορούν να προσκολλώνται στο επιθήλιο της ουρήθρας και να προκαλούν ασθένεια. Αυτοί που στερεούνται αυτού του χαρακτηριστικού δεν μπορούν και είναι μη νοσογόνοι. Σε αυτό το παράδειγμα, η παθογονικότητα οφείλεται στα τριχίδια. Οι μηχανισμοί της παθογονικότητας είναι πολυάριθμοι και θα εξεταστούν πληρέστερα αργότερα (βλ. Εικ. 13-16).

Ως μολυσματικότητα ορίζεται η δύναμη του παθογόνου να προκαλέσει σοβαρή ασθένεια.

Όταν ένα παθογόνο προκαλεί μια λοιμώδη νόσο, η επακόλουθη ασθένεια μπορεί να είναι ασυμπτωματική ή

ήπια, όμως κάποιες φορές είναι πολύ σοβαρή. Αυτή η πτοικιλία μπορεί να οφείλεται σε παράγοντες του ξενιστή ή σε παράγοντες μολυσματικότητας που έχει ο οργανισμός. Ο ίος της γρίπης μπορεί να τροποποιεί συνεχώς την αντιγονική του δομή, πάνω στην οποία βασίζεται η μολυσματικότητά του. Η διαφορά στον ρυθμό προσβολής και στη σοβαρότητα της ασθένειας σε διαδοχικές επιδημίες σχετίζεται με την αντιγονική δομή του ιού που προκαλεί την ασθένεια.

Η παθογονικότητα και η μολυσματικότητα δεν σχετίζονται απαραίτητα. Για παράδειγμα, ο *Streptococcus pneumoniae* δεν μπορεί να προκαλέσει ασθένεια αν δεν έχει πολυσακχαριδική κάψα. Εντούτοις, η βιοχημική φύση των πολυσακχαριτών της κάψας καθορίζει τη μολυσματικότητα του οργανισμού. Οι πνευμονικοί με κάψα τύπου 3 και τύπου 30 παράγουν αρμότεροι συστατικά της κάψας σε μεγάλη ποσότητα και γι' αυτό είναι νοσογόνοι. Η λοιμωξη με τον τύπο 3 συνήθως προκαλεί σοβαρή ασθένεια, ενώ η λοιμωξη με τον τύπο 30 σπανίως είναι σοβαρή. Για μια περαιτέρω εξέταση της πνευμονιοκοκκικής παθογονικότητας βλ. Εικ. 153.

Ως μεταδοτικότητα ορίζεται η ευκολία με την οποία ένα παθογόνο μπορεί να εξαπλωθεί σε έναν πληθυσμό.

Μερικοί οργανισμοί εξαπλώνονται πάντα πιο εύκολα από άλλους. Για παράδειγμα, η ίλαρά είναι πολύ μεταδοτική ενώ η παρωτίτιδα είναι πολύ λιγότερο. Ένα μέτρο της μεταδοτικότητας για τις μεταδοτικές ασθένειες είναι ο ενδογενής ρυθμός αναπαραγωγής (IRR), ο οποίος ορίζεται ως ο μέσος αριθμός των δευτεροταθών περιστατικών που προκαλούνται από ένα μοναδικό περιστατικό σε έναν συνολικά ευαίσθητο πληθυσμό. Ο IRR για την ίλαρά είναι 10-18, ενώ για την παρωτίτιδα είναι 4-7.

Η επιδημιολογία των λοιμώξεων

Η επιδημιολογία είναι η μελέτη της κατανομής και των καθοριστικών παραγόντων των ασθενειών στους πληθυσμούς.

Η κατανομή των ασθενειών μπορεί να περιγραφεί σε σχέση με τον χρόνο (μέρα, μήνας ή έτος της έναρξης των συμπτωμάτων), με το άτομο (ηλικία, φύλο, κοινωνικοοικονομικές συνθήκες) ή με το μέρος (περιοχή ή χώρα). Οι καθοριστικοί παράγοντες των ασθενειών είναι αυτοί που σχετίζονται με την αύξηση ή τη μείωση του κινδύνου για μια ασθένεια. Οι επιδράσεις τους συνήθως ταυτοποιούνται από αναλυτικές μελέτες όπως οι μελέτες ασθενούς μάρτυρα ή οι μελέτες κορότης. Για παράδειγμα, η επιδημιολογία της μηνιγγοκοκκικής μηνιγγίτιδας χαρακτηρίζεται από την κατανομή της (συνθήστατη το χειμώνα, υψηλότατη επιπτωση στα μικρά παιδιά, συναντάται παγκοσμίως αλλά κυρίως στην υποσαχάρια Αφρική) και τους καθοριστικούς της παράγοντες (στενή επαφή με ένα περιστατικό, παθητικό κάπτνισμα).

Η μεταβλητότητα στη διάρκεια του χρόνου στον αριθμό των νέων περιστατικών λοιμώδων ασθενειών που συμβαίνουν σε μια δεδομένη χρονική περίοδο (ή επιπτωση)

συχνά παρουσιάζεται γραφικά. Όταν εξετάζεται με αυτόν τον τρόπο μπορούν να παρατηρηθούν συχνά περιοδικά φαινόμενα. Συχνοί είναι οι εποχιακοί κύκλοι (π.χ., κορυφαίες τιμές για τις παθήσεις του αναπνευστικού τον χειμώνα) ή οι κύκλοι που συμβαίνουν κάθε μερικά χρόνια (π.χ., η ιλαρά εμφανίζει τυπικό κύκλο δύο ετών, ενώ η πνευμονία από μυκόπλασμα εμφανίζει κορυφαίες τιμές κάθε τρία ή τέσσερα χρόνια). Οι σταδιακές μεταβολές στην επίπτωση σε βάθος πολλών ετών λέγονται «μακροπρόθεσμες διαχρονικές τάσεις» και μπορεί να οφείλονται σε δημογραφικές, κοινωνικές, συμπεριφορικές ή διατροφικές αλλαγές στον πληθυσμό των ζενιστών, σε κλιματολογικές ή περιβαλλοντικές αλλαγές ή σε παρεμβάσεις στη δημόσια υγεία.

Ξεσπάσματα και επιδημίες

Οι όροι **ξεσπασμα** και **επιδημία** έχουν τον ίδιο ορισμό.

Η επιδημία ή **το ξεσπασμα** ορίζονται ως η επίπτωση μιας ασθένειας που ξεπερνά καθαρά τη φυσιολογική εμπειρία ή προσδοκία.

Η διάκριση ανάμεσα σε αυτούς τους δύο όρους είναι κατά κάποιον τρόπο αυθαίρετη. Ο όρος «ξεσπασμα» μπορεί να αποδοθεί σε μικρότερες ή σε γεωγραφικά πτιο περιορισμένες αυξήσεις στην επίπτωση της ασθένειας απ' ό, τι ο όρος «επιδημία». Δεδομένου ότι ο τελευταίος συχνά προκαλεί δυσάρεστους συνειρμούς στην αντίληψη του κοινού, ο όρος «ξεσπασμα» τείνει να χρησιμοποιείται συχνότερα από τους αξιωματούχους της δημόσιας υγείας για να μην δημιουργείται περιττή αναστάτωση στο κοινό.

Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι ξεσπάσματος: η σημειακής έκθεσης, η εκτεταμένης έκθεσης και η από άτομο σε άτομο (Εικ. 1.2).

Το ξεσπασμα σημειακής πηγής συμβαίνει όταν μια ομάδα ατόμων εκτίθεται σε μια κοινή πηγή λοίμωξης σε ένα ορισμένο χρονικό σημείο.

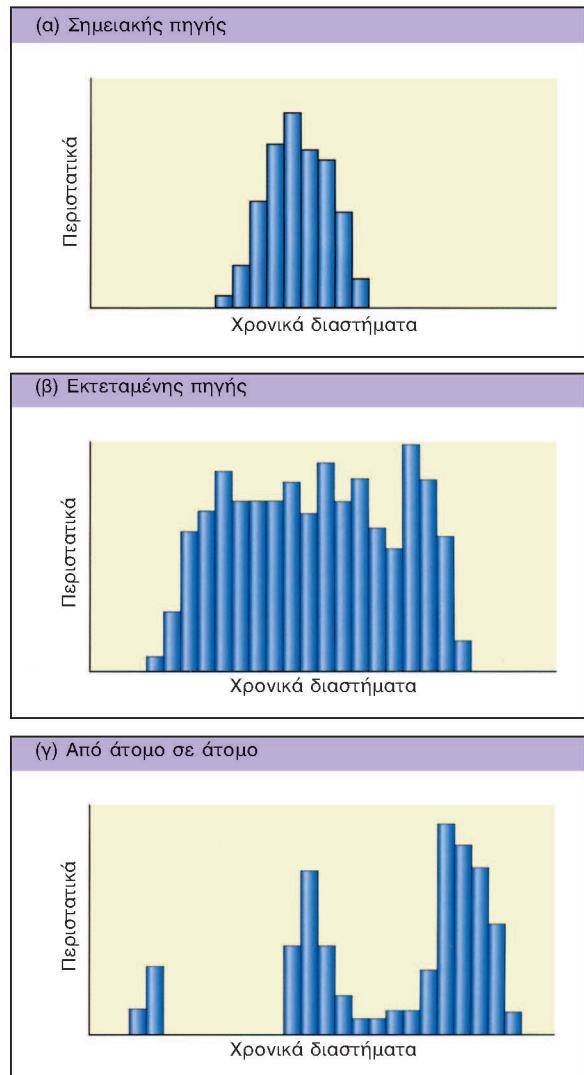
Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι μια ομάδα καλεσμένων σε γάμο που καταναλώνουν κάποιο είδος μολυσμένης τροφής στη δεξίωση. Όλοι αυτοί εμφανίζουν συμπτώματα με διαφορά λίγων ημερών μεταξύ τους.

Το ξεσπασμα εκτεταμένης πηγής συμβαίνει όταν μια ομάδα ατόμων εκτίθεται σε μια κοινή πηγή κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου.

Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι ένα ξεσπασμα ηπατιτίδας Β που σχετίζεται με κάποιο κατάστημα που κάνει τατουάζ και χρησιμοποιεί μολυσμένο εξοπλισμό που δεν αποστειρώνεται επαρκώς μετά τη χρήση από πελάτη σε πελάτη. Τα ξεσπάσματα εκτεταμένης έκθεσης μπορούν να συμβούν για μεγάλες χρονικές περιόδους.

Το ξεσπασμα από άτομο σε άτομο είναι ένα ξεσπασμα που πολλαπλασιάζεται χωρίς κοινή πηγή: το ξεσπασμα συντηρείται με αιλυσίδες μετάδοσης ανάμεσα σε μολυσμένα άτομα.

Παραδείγματα ξεσπάσματος από άτομο σε άτομο εί-



Εικόνα 1.2 Τρεις τύποι ξεσπάσματος. (a) Οι περιπτώσεις σημειακής πηγής συμβαίνουν σε μια ομάδα μετά από μοναδική έκθεση, π.χ., σε ένα μολυσμένο γεύμα. (β) Οι περιπτώσεις εκτεταμένης πηγής συμβαίνουν σε μια χρονική περίοδο μετά από συνεχόμενη έκθεση, π.χ., σε μια τροφή που διατίθεται στο εμπόριο. (γ) Οι περιπτώσεις από άτομο σε άτομο συμβαίνουν σε ομάδες, που διαχωρίζονται από μια περίοδο επώασης.

ναι ένα συνεχόμενο ξεσπασμα από *Shigella sonnei* σε ένα σχολείο ή ένα επιμένον ξεσπασμα από νοροϊό σε ένα κρουαζιερόπλοιο.

Οι επιδημίες που συμβαίνουν σε πληθυσμούς από ζώα λέγονται **επιζωίες**.

Δύο άλλοι όροι που προκαλούν σύγχυση μερικές φορές είναι η «ενδημική νόσος» και η «πανδημία».

- **Η ενδημική νόσος** αναφέρεται σε μια ασθένεια που συμβαίνει συνήθως σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, για παράδειγμα η έλονοσία στη δυτική Αφρική.
- **Η πανδημία** είναι μια επιδημία που προσβάλλει όλες ή τις περισσότερες χώρες του κόσμου ταυτόχρονα.

Τέσσερις μεταδοτικές ασθένειες έχουν προκαλέσει πανδημία: η γρίπη, η πανώλη, η χολέρα και το σύνδρομο επίκτητης ανοσοανεπάρκειας (AIDS). Μια πανδημία σοβαρού οξείου αναπνευστικού συνδρόμου (SARS) κόντεψε να συμβεί, αλλά δεν συνέβη, όταν ο κοροναϊός του SARS εξαπλώθηκε αστραπιαία σε αρκετές χώρες μέσω των αεροπορικών ταξιδιών από την Κίνα το 2003.

Η αλληλεπίδραση ανάμεσα στον ξενιστή, στον νοσογόνο παράγοντα και στο περιβάλλον

Η συμπεριφορά ενός παθογόνου σε έναν πληθυσμό βασίζεται στην αλληλεπίδραση ανάμεσα στο παθογόνο, στον ξενιστή και στο περιβάλλον. Άλλογές σε οποιονδήποτε από τους τρεις αυτούς παράγοντες θα επηρεάσει την πιθανότητα να συμβεί μετάδοση και επακόλουθη λοίμωξη. Για τις μεταδοτικές ασθένειες, οι πληθυσμιακοί παράγοντες είναι επίσης σημαντικοί.

Παράγοντες του ξενιστή

Οι παράγοντες του ξενιστή επηρεάζουν και την πιθανότητα της έκθεσης σε ένα παθογόνο και την απάντηση του απόμου στη λοίμωξη. Οι σημαντικοί παράγοντες του ξενιστή περιλαμβάνουν τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες, την κατάσταση της θρέψης, την προηγούμενη ανοσία και την υποκείμενη νόσο και παράγοντες συμπεριφοράς (π.χ., η υγιεινή, η σεξουαλική συμπεριφορά και τα ταξίδια).

Παράγοντες των νοσογόνων παραγόντων

Οι παράγοντες των παραγόντων περιλαμβάνουν τη μολυσματικότητα, την παθογονικότητα, τη μεταδοτικότητα και την ικανότητα επιβίωσης στον άνθρωπο και σε ζωικούς ξενιστές και κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Άλλοι σημαντικοί παράγοντες, όπως η ικανότητα ανάπτυξης αντίστασης σε ανοσολογικές απαντήσεις που προκαλούνται από εμβόλια ή φάρμακα παίζουν επίσης μεγάλο ρόλο στην επίδραση κάποιων ασθενειών.

Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η σκόνη και η υγρασία και η χρήση αντιβιοτικών και παρασιτοκτόνων επηρεάζουν την επιβίωση των παθογόνων εκτός του ξενιστή.

Η ελονοσία ως παράδειγμα

Η εξάπλωση της ελονοσίας είναι ένα καλό παράδειγμα της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στον ξενιστή, στον νοσογόνο παράγοντα και στο περιβάλλον. Το είδος *Plasmodium* είναι ένα πρωτοζωικό παράσιτο που μεταδίδεται με το δείγμα ενός μολυσμένου θηλυκού κάνωπος του ανωφελούς. Η επακόλουθη αφυλετική ανάπτυξη του οργανισμού λαμβάνει χώρα μέσα στα ανθρώπινα ηπατοκύτταρα και ερυθροκύτταρα. Σε μερικές μορφές της ελονοσίας (π.χ., *P. vivax*) οι οργανισμοί είναι δυνατόν να παραμείνουν σε λήθαργο στα ηπατοκύτταρα και να ωριμάσουν μήνες αργότερα προκαλώντας υποτροπές. Αυτό δεν συμβαίνει σε λοιμώξεις εξαιτίας του *P. falciparum*.

Πολλοί παράγοντες του ξενιστή επηρεάζουν τη μετάδοση της ελονοσίας: τα άτομα που ζουν σε ενδημικές περιοχές αναπτύσσουν μερική ανοσία από την επαναλαμβανόμενη έκθεση και σπανίως υπόκεινται σε σοβαρή ασθένεια. Αυτή η ανοσία χάνεται μετά από 1 ή 2 χρόνια μετά από την ενδημική έκθεση. Οι νεόφερτοι σε ενδημικές πε-

ριοχές συνήθως θα υποστούν σοβαρή ασθένεια αν μολυνθούν. Επίσης, η έκβαση της λοίμωξης επηρεάζεται από συγκεκριμένους γενετικούς παράγοντες. Για παράδειγμα, άτομα με το γνώρισμα δρεπανοκυτταρικής αναιμίας έχουν σχετικά χαμηλή παρασιταιμία όταν μολυνθούν με το *P. falciparum*, επειδή ο οργανισμός δεν μπορεί να επιτύχει αποτελεσματική θρέψη από την αιμοσφαιρίνη *S.*

Ο νοσογόνος παράγοντας της ελονοσίας από *P. falciparum* έχει αναπτύξει αντοχή σε έναν όλο και μεγαλύτερο αριθμό προφυλακτικών φαρμάκων, δυσκολεύοντας όλο και περισσότερο τους ταξιδευτές να προστατεύσουν τους εαυτούς τους από τη λοίμωξη. Οι διαφορετικές αντιγονικές δομές των διαφόρων σταδίων του κύκλου ζωής του παρασίτου έχουν εμποδίζει την ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού εμβολίου μέχρι τώρα.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες είναι ιδιαιτέρως σημαντικοί στην εξάπλωση της ελονοσίας. Η μετάδοση συμβαίνει κυρίως (αν και όχι αποκλειστικά) στις τροπικές ζώνες, ιδίως κατά την περίοδο των βροχών. Ο κώνωψ ο ανωφελής αναπαράγεται σε περιβάλλοντα με λιμνάζοντα γλυκά νερά και η ελονοσία είναι ιδιαιτέρως συχνή σε αυτές τις περιοχές. Η αποδήρανση λιμνών και λιμναζόντων υδάτων είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος μείωσης της μετάδοσης της ελονοσίας. Έχουν χρησιμοποιηθεί εντομοκτόνα μακράς δράσης για να ελεγχθούν τα ενήλικα κουνουπιαφορείς. Ωστόσο, αυτό το μέτρο είχε περιορισμένη επιτυχία εξαιτίας της εμφάνισης κουνουπιών που ήταν ανθεκτικά στα εντομοκτόνα.

Πληθυσμιακοί παράγοντες

Για τις μεταδοτικές ασθένειες, η εξάπλωση ενός παθογόνου σε έναν πληθυσμό εξαρτάται από συγκεκριμένα πληθυσμιακά χαρακτηριστικά. Είναι δυνατόν, για παράδειγμα, να καθοριστεί το ελάχιστο μέγεθος του πληθυσμού των ξενιστών που είναι απαραίτητο για τη συνεχόμενη επιβίωση ενός παθογόνου στον πληθυσμό. Αυτό το κρίσιμο μέγεθος του πληθυσμού ποικίλλει ανάλογα με το παθογόνο που εμπλέκεται, τη δημογραφική δομή και τις περιβαλλοντικές συνθήκες του πληθυσμού-ξενιστή. Για να συμβεί ένα ξέσπασμα ή μια επιδημία πρέπει να υπάρχει ένας οριακός αριθμός ευαίσθητων απόμων στον πληθυσμό. Το ποσοστό του πληθυσμού που έχει ανοσία σε μια λοίμωξη ονομάζεται «ανοσία της ομάδας». Αν η ανοσία της ομάδας είναι υψηλή, π.χ., ως αποτέλεσμα ενός αποτελεσματικού προγράμματος ανοσοποίησης, ο πληθυσμός των ευαίσθητων απόμων μπορεί να είναι πάρα πολύ μικρός για να συντηρήσει το παθογόνο ή τουλάχιστον ανεπαρκής για να υποστηρίξει επιδημίες μεγάλης κλίμακας. Η παρουσία απόμων με ανοσία προστατεύει αυτούς που δεν έχουν ανοσία, επειδή ο κύκλος μετάδοσης σπάει όταν το παθογόνο συναντά ένα άτομο με ανοσία.

Πηγές και δεξαμενές της λοίμωξης

Τα παθογόνα είναι είτε ενδογενή, ξεκινώντας από τη χλωρίδα του ίδιου του ξενιστή είτε εξωγενή, ξεκινώντας από μια εξωτερική πηγή.

Η δεξαμενή της λοίμωξης είναι ο ανθρώπινος πληθυσμός ή ο πληθυσμός των ζώων ή το περιβάλλον στο οποίο υπάρχει το παθογόνο και από το οποίο μπορεί να μεταδοθεί.