

ΟΕΕΚ

ΒΟΗΘΟΙ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΩΝ

ΑΝΟΣΟΛΟΓΙΑ

- Θεωρία -

Δρ. Πέτρου Καρκαλούσου

Έκδοση 2008

Πρόλογος

Αγαπητοί σπουδαστές οι σημειώσεις που κρατάτε στα χέρια σας έχουν σκοπό να σας εισαγάγουν στις βασικές γνώσεις μιας από τις σημαντικότερες βιοιατρικές επιστήμες, της ανοσολογίας. Η ανοσολογία είναι μια σχετικά νέα επιστήμη η οποία εμφανίστηκε στο τέλος του 19^{ου} αιώνα και αναπτύχθηκε ραγδαία κατά τον 20^ο αιώνα. Μαζί με την μοριακή βιολογία αποτέλεσαν το άρμα για την ραγδαία εξέλιξη των βιοεπιστημών και της ιατρικής. Η ανοσολογία βοήθησε όχι μόνο στην καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών της ζωής και ιδιαίτερα της άμυνας του οργανισμού αλλά και στην ανάπτυξη νέων θεραπευτικών μεθόδων για πλήθος ασθενειών. Τέτοιες ασθένειες είναι οι λοιμώξεις, τα νεοπλάσματα, τα αυτοάνοσα νοσήματα αλλά και διάφορες άλλες ασθένειες ανοσολογικής αιτιολογίας.

Παράλληλα η ανοσολογία βοήθησε στην ανάπτυξη νέων διαγνωστικών μεθόδων οι οποίες έφεραν πραγματική επανάσταση στην διαγνωστική μεθοδολογία αφού με τις ανοσολογικές διαγνωστικές μεθόδους είναι δυνατή η ανίχνευση και ο ποσοτικός προσδιορισμός ουσιών των οποίων ο προσδιορισμός παλαιότερα ήταν αδύνατος. Τέτοιες ουσίες είναι οι ορμόνες, οι καρκινικοί δείκτες, οι ιοί, διάφοροι ανοσολογικοί μεταβολίτες αλλά και χιλιάδες άλλες οι οποίες ελέγχονται καθημερινά στα σύγχρονα ιατρικά εργαστήρια.

Αθήνα 2008

Καρκαλόςος Πέτρος

Βιολόγος PhD, EurClinChem

Στατιστικολόγος Msc

Τεχνολόγος Ιατρικών Εργαστηρίων

petef@hol.gr

www.PKarkalousos.gr

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Μέρος Πρώτο. Εισαγωγή στο ανοσοποιητικό σύστημα	7
Το αντικείμενο της ανοσολογίας	7
Η λοιμογόνος δράση των μικροοργανισμών	8
Η φυσική ανοσία	9
Η άμεση φυσική ανοσία	9
Η πρώιμη φυσική ανοσία	11
Η ειδική ανοσία	12
Οι κατηγορίες της ειδικής ανοσίας	12
Τα χαρακτηριστικά της ειδικής ανοσίας	13
Μέρος 2. Τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος	14
Λεμφοκύτταρα	14
Η παραγωγή των λεμφοκυττάρων	14
Η μορφή των λεμφοκυττάρων	15
Τα είδη των λεμφοκυττάρων	15
T-κύτταρα	15
B-κύτταρα	16
Φυσικά φονικά κύτταρα	16
Μονοπύρρηνα φαγοκύτταρα	17
Κύτταρα παρουσίασης αντιγόνων (APC)	18
Δενδριτικά κύτταρα	19
Πολυμορφοπύρρηνα	19
Ουδετερόφιλα	20
Ηωσινόφιλα	20
Βασεόφιλα και σιτευτικά κύτταρα	20
Αιμοπετάλια	20
Μέρος 3. Το λεμφικό σύστημα	22
Η λέμφος	22
Περιγραφή των οργάνων του λεμφικού συστήματος	22
Πρωτογενή ή κεντρικά λεμφικά όργανα	23
Θύμος	23
Μυελός των οστών	23
Δευτερογενή ή περιφερειακά λεμφικά όργανα	24
Σπλήνας	24
Λεμφαδένες	24
Πλάκες του Peyer	24
Ο θύλακος του Fabricius	25
Διαφορές T και B λεμφοκυττάρων	26
Μέρος 4. Τα αντιγόνα	27
Τα χαρακτηριστικά των αντιγόνων	27
Οι ιδιότητες των ανοσογόνων	27
Ανοσολογικά προσθετικά	29

Επίτοποι	29
Οι απτίνες	30
Μέρος 5. Τα αντισώματα	31
Σύνδεση ανοσοσφαιρινών – αντιγόνων	33
Οι τάξεις και υποτάξεις των ανοσοσφαιρινών	33
Η ανοσοσφαιρίνη IgG	33
Η ανοσοσφαιρίνη IgA	35
Η ανοσοσφαιρίνη IgM	36
Η ανοσοσφαιρίνη IgE	36
Η ανοσοσφαιρίνη IgD	37
Μέρος 6. Το συμπλήρωμα	38
Η χρησιμότητα του συμπληρώματος	38
Οι οδοί ενεργοποίησης του συμπληρώματος	40
Οι πρωτεΐνες του συμπληρώματος	40
Η ονομασία των πρωτεϊνών του συμπληρώματος	40
Η ενεργοποίηση του συμπληρώματος	41
Η ενεργοποίηση με την κλασική οδό	41
Η ενεργοποίηση με την εναλλακτική οδό	41
Μέρος 7. Πρωτεΐνες οξείας φάσης	43
Η C–αντιδρώσα πρωτεΐνη	43
Δράση της CRP	43
Πρωτεΐνη A του αμυλοειδούς του ορού	44
Οι πρωτεΐνες του συμπληρώματος	44
Μέρος 8. Οι κυτταροκίνες	45
Οι ιντερλευκίνες	45
Οι ιντερφερόνες	45
Οι παράγοντες νέκρωσης των όγκων	46
Οι παράγοντες διέγερσης αποικιών	46
Μέρος 9. Η φαγοκυττάρωση	47
Η φλεγμονή	47
Τα φαγοκύτταρα και η δράση τους	47
Χημειοταξία και οψωνισμός	49
Ο μηχανισμός της φαγοκυττάρωσης	50
Μέρος 10. Το σύστημα του μείζονος συμπλέγματος ιστοσυμβατότητας	51
Το σύστημα HLA	51
Τα αντιγόνα HLA τάξης I	52
Τα αντιγόνα HLA τάξης II	53
Περιοχή HLA τάξης I πάνω στο χρωμόσωμα 6	55
Περιοχή HLA τάξης II πάνω στο χρωμόσωμα 6	55
Περιοχή HLA τάξης III πάνω στο χρωμόσωμα 6	55
Βιολογικός ρόλος του συστήματος MHC (HLA)	55
Κληρονομική μεταβίβαση του συστήματος HLA	56

Μέρος 11. Οι εφαρμογές της HLA τυποποίησης	58
Η ιστοσυμβατότητα	58
Είδη μεταμοσχεύσεων	59
Απόρριψη των μοσχευμάτων	59
Ποια όργανα μεταμοσχεύονται	59
Ο εγκεφαλικός θάνατος	60
Ο προμεταμοσχευτικός έλεγχος	60
Έλεγχος αμφισβητούμενης πατρότητας	61
HLA και νοσήματα	62
Άλλες εφαρμογές των HLA	62
Τα βλαστικά κύτταρα	63
Μέρος 12. Τα αυτοάνοσα νοσήματα	64
Η διάκριση των αυτοαντισωμάτων	64
Αίτια αυτοάνοσων νοσημάτων	64
Οργανοειδικά αυτοάνοσα νοσήματα	65
Συστηματικά μη οργανοειδικά αυτοάνοσα νοσήματα	68
Ο ρευματοειδής παράγοντας	70
Παραγωγή RF	70
Ο ρόλος του RF στην διάγνωση της ρευματοειδούς αρθρίτιδας	70
Μέρος 13. Οι αντιδράσεις υπερευαισθησίας – η αλλεργία	72
Αλλεργία	73
Οι χημικοί παράγοντες που προκαλούν τα αλλεργικά συμπτώματα	74
Τα συμπτώματα της αλλεργίας	75
Η ατοπία	75
Τα κύτταρα που παίζουν ρόλο στις αλλεργικές αντιδράσεις	76
Αλλεργιογόνα	77
Κατηγορίες αλλεργιογόνων	77
Γύρη λουλουδιών	77
Κατοικίδια ζώα	78
Ακάρεια	79
Τρόφιμα	80
Υμενόπτερα (έντομα)	80
Μέθοδοι διάγνωσης των αλλεργιογόνων	81
Τύπος I ή αντίδραση άμεσης υπερευαισθησίας	82
Τύπος II ή κυτταροτοξική αντίδραση	82
Τύπος III ή αντίδραση από ανοσοσυμπλέγματα	82
Τύπος IV ή επιβραδυνόμενη υπερευαισθησία (κυτταρική υπερευαισθησία)	83
Αναφυλαξία	83
Μέρος 14. Η ανοσολογία των λοιμώξεων	85
Ανοσία έναντι βακτηρίων	85
Ανοσία έναντι πρωτόζωων και ελμίνθων	86
Ανοσία έναντι ιών	87

Μέρος 15. Ανοσοποίηση και παραγωγή πολυκλωνικών αντισωμάτων	90
Παραγωγή πολυκλωνικών αντισωμάτων	90
Ανοσοποίηση	90
Μέρος 16. Παραγωγή μονοκλωνικών αντισωμάτων	93
Εφαρμογές των μονοκλωνικών αντισωμάτων	96
Μέρος 17. Τεχνητή ανοσοποίηση	97
Εμβόλια	97
Διάκριση των εμβολίων	98
Παρενέργειες και αντενδείξεις των εμβολίων	99
Τρόποι χορήγησης των εμβολίων	100
Γνωστές ασθένειες που αντιμετωπίζονται με εμβολιασμό	100
Οροί	104
Αγγλοελληνικό λεξιλόγιο	105
Ιστοσελίδες Ανοσολογίας	106
Βιβλιογραφία	108

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΑΝΟΣΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το αντικείμενο της ανοσολογίας

Σε όλη την διάρκεια της ιστορίας του ανθρώπου οι λοιμογόνες ασθένειες έχουν προκαλέσει τεράστια προβλήματα νοσηρότητας και θνησιμότητας. Μόνο τον τελευταίο αιώνα έχουμε καταφέρει να περιορίσουμε τον αντίκτυπο των λοιμογόνων ασθενειών. Η πρόοδος μας στον έλεγχο των ασθενειών αυτών μπορεί να αποδοθεί στην καλλίτερη διατροφή, τους όρους υγιεινής και τις άλλες βελτιώσεις στα μέτρα της δημόσιας υγείας, την χρήση διαφόρων αντιμικροβιακών φαρμάκων και στην προφυλακτική ανοσοποίηση ενάντια στους μικροβιακούς παράγοντες.

Το περιβάλλον μας έχει μεγάλη ποικιλία από λοιμογόνους μικροβιακούς παράγοντες (ιοί, βακτήρια, μύκητες, παράσιτα). Όταν πολλαπλασιάζονται ανεξέλεγκτα μπορούν να προκαλέσουν παθολογική ζημιά και τελικά να φονεύσουν τον ξενιστή τους. Στα φυσιολογικά άτομα χάρις στο **ανοσοποιητικό σύστημα** που καταπολεμά τους λοιμογόνους παράγοντες, ο περισσότερες λοιμώξεις είναι περιορισμένης διάρκειας και προκαλούν μικρή βλάβη. Υπάρχουν φυσικά και οι εξαιρέσεις.

Η έννοια της **ανοσίας** ιστορικά είναι συνυφασμένη με την **άμυνα** του οργανισμού έναντι των **λοιμώξεων**. Η μελέτη, όμως των μηχανισμών που εξασφαλίζουν την αντίσταση εναντίον των διαφόρων παθογόνων ουσιών που προσπαθούν να εισέλθουν και να βλάψουν τον οργανισμό μας έχει διευρύνει σήμερα την έννοια της ανοσολογίας. Έτσι, **ανοσία ονομάζεται σήμερα η άμυνα του οργανισμού έναντι οποιουδήποτε ξένου προς τον οργανισμό παράγοντα**.

Η έννοια του ξένου προς τον οργανισμό παράγοντα είναι ευρύτατη. Έτσι οι ξένοι παράγοντες μπορεί να προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον π.χ. μικρόβια, μολυσματικά ή ακόμα να παράγονται από τον ίδιο τον οργανισμό π.χ. νεοπλασμάτα. Οι ξένοι επομένως παράγοντες που προκαλούν την λεγόμενη ανοσιακή απάντηση είναι οι οποιοδήποτε κυτταρικοί ή μοριακοί παράγοντες που είναι **ξένοι προς την βιολογία του προσβεβλημένου οργανισμού**.

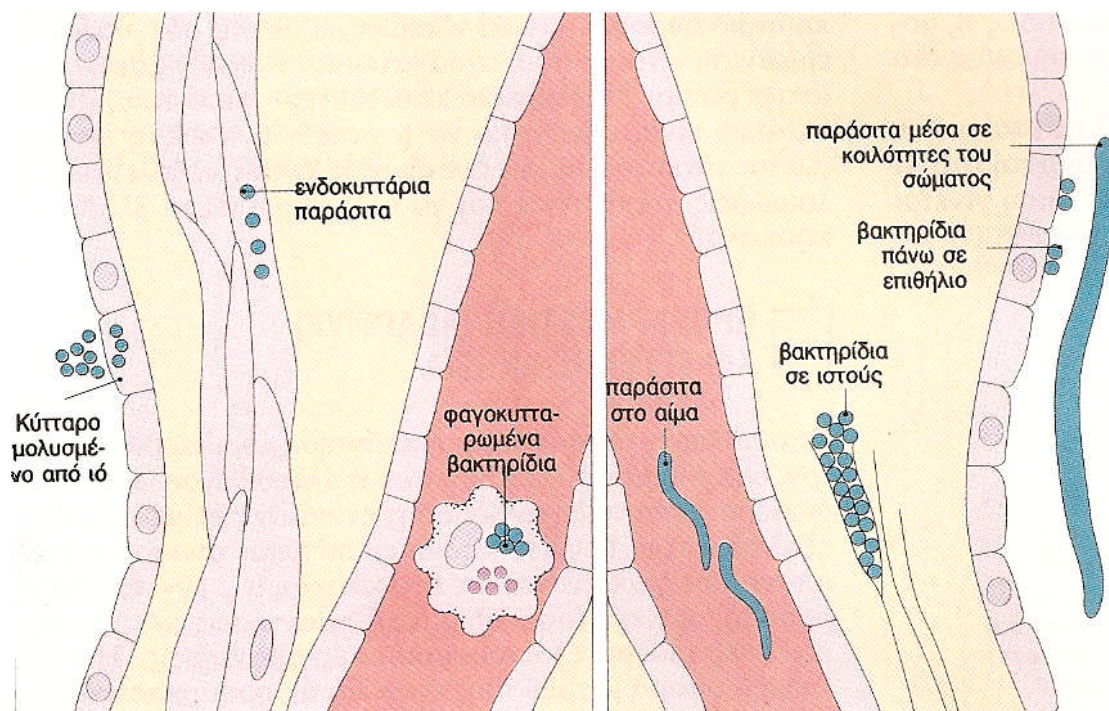
Αντίστοιχα ως ανοσολογία ορίζεται η επιστήμη που μελετά τις κυτταρικές και μοριακές διεργασίες που συμβαίνουν όταν ο οργανισμός έρχεται αντιμέτωπος με μικρόβια ή άλλα ξένα προς αυτόν μακρομόρια. Τα κύτταρα και τα μόρια που εμπλέκονται στις διάφορες ανοσιακές λειτουργίες αποτελούν το **ανοσιακό σύστημα** και η συνδυασμένη αντίδρασή τους, την οποία συνεπάγεται η επαφή με τις ξένες ουσίες, συνιστά την **ανοσιακή ή ανοσολογική απάντηση**.

Η λοιμογόνος δράση των μικροοργανισμών

Σε μια λοιμογόνο ασθένεια ένα μικρόβιο χρησιμοποιεί έναν οργανισμό για μεταβολικό ή αναπαραγωγικό του όφελος. Ο οργανισμός αυτός ονομάζεται **ξενιστής**. Τα μικρόβια μολύνουν ή αποικίζουν τον ξενιστή. Ο ξενιστής αν και διαθέτει ανοσολογικό σύστημα για να αμυνθεί έναντι των μικροβίων δεν μπορεί πάντα να αντιπαρέλθει τους λοιμογόνους παράγοντες που διαθέτουν.

Αυτοί είναι:

1. **Τοξίνες**. Είναι δηλητηριώδεις για τον ξενιστή ουσίες που παράγονται από τα μικρόβια.
2. **Ικανότητα εισβολής**. Πολλά μικρόβια έχουν την ικανότητα να καταστρέφουν ενζυμικά τους ιστούς του ξενιστή διευκολύνοντας έτσι την εισβολή τους σ' αυτούς.
3. **Επιφανειακή δομή**. Τα εξωτερικά χαρακτηριστικά ενός μικροβίου μπορεί να επηρεάσουν την λοιμογόνο του δύναμη. Π.χ. μερικά μικρόβια διαθέτουν ένα εξωτερικό περίβλημα, το κυτταρικό τοίχωμα, που τα προστατεύει από τους μηχανισμούς άμυνας του ξενιστή.
4. **Ικανότητα ενδοκυτταρικής αύξησης**. Πολλά μικρόβια μπορούν να αυξάνουν στο προστατευτικό περιβάλλον των κυττάρων του ξενιστή. Οι ιοί μπορούν να καθοδηγούν τον μεταβολισμό για το δικό τους όφελος και ακόμη να προκαλούν κυτταρόλυση δηλαδή θάνατο των κυττάρων του ξενιστή.



Περιοχές όπου δρουν οι μικροοργανισμοί στον ανθρώπινο οργανισμό

Φυσική ανοσία

Το περιβάλλον αποτελεί για τον οργανισμό μια διαρκή απειλή. Χιλιάδες ξένες ουσίες και μικροοργανισμοί προσπαθούν ή τελικά καταφέρνουν να εισέλθουν σε αυτό προκειμένου να εγκατασταθούν στο βολικό για αυτά περιβάλλον του ανθρωπίνου σώματος. Προκειμένου να αμυνθεί ο οργανισμός παράγει ειδικές αμυντικές ουσίες (π.χ. αντισώματα), επιστρατεύει ειδικά κύτταρα του αίματος (π.χ. λεμφοκύτταρα, μακροφάγα) αλλά και χρησιμοποιεί ειδικούς εξωτερικούς αμυντικούς φραγμούς.

Η πρώτη γραμμή άμυνας έναντι κάθε ξένου παράγοντα είναι η λεγόμενη **φυσική ή μη ειδική ανοσία**. Στην φυσική ανοσία συμμετέχουν τα **φαγοκύτταρα** (ειδικά κύτταρα που τρώνε μικρόβια), τα **φυσικά φονικά κύτταρα** (ειδικά κύτταρα που καταστρέφουν νεοπλασματικά κύτταρα και ιούς), το **συμπλήρωμα** (μόρια που βοηθούν τους μηχανισμούς καταστροφής των μικροβίων) καθώς επίσης και κύτταρα που συμμετέχουν σε εξωτερικούς φραγμούς όπως τα κύτταρα του δέρματος και των βλεννογόνων.

Οι μηχανισμοί της φυσικής ανοσίας:

1. Προστατεύουν τον οργανισμό από τα εξωγενή παθογόνα μέχρι να αναπτυχθούν και να δράσουν οι μηχανισμοί της ειδικής ανοσίας που ακολουθούν.
2. Επηρεάζουν την εξέλιξη των μηχανισμών της ειδικής ανοσίας.
3. Συμμετέχουν στην αντιμετώπιση του αντιγόνου κατά τη δραστητική φάση της ειδικής ανοσίας.

Η άμεση φυσική ανοσία

Η πρώτη φάση της φυσικής απάντησης είναι η λεγόμενη **άμεση ανοσία** η οποία ευθύνεται για την άμυνα του οργανισμού κατά τις πρώτες **4 περίπου ώρες** από την εισβολή των παθογόνων και εξυπηρετείται, κατά κύριο λόγο, από τα επιθήλια.

Το δέρμα και οι βλεννογόνοι που καλύπτουν τις κοιλότητες του σώματος (γαστρεντερικός σωλήνας, αναπνευστική και ουροποιο-γεννητική οδός) αποτελούν τον πρώτο φραγμό προστασίας του οργανισμού από τους λοιμώδεις παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος. Ο φραγμός αυτό ονομάζεται **μηχανικός φραγμός**.

Η εμφάνιση λοίμωξης είναι δυνατή μόνο εφόσον τα παθογόνα κατορθώσουν να αποικίσουν ή να διέλθουν τον επιθηλιακό φραγμό δηλαδή την στιβάδα των κυττάρων που καλύπτουν την εξωτερική επιφάνεια των βλεννογόνων και ονομάζονται επιθηλιακά. Ο καθοριστικός αμυντικός ρόλος των επιθηλίων αποδεικνύεται από την επιρρέπεια προς τις λοιμώξεις, που συνοδεύει, όχι μόνο την ρήξη τους (τραύματα, εγκαύματα), αλλά και τη δυσλειτουργία τους (π.χ. μειωμένη έκκριση βλέννης στην αναπνευστική οδό).

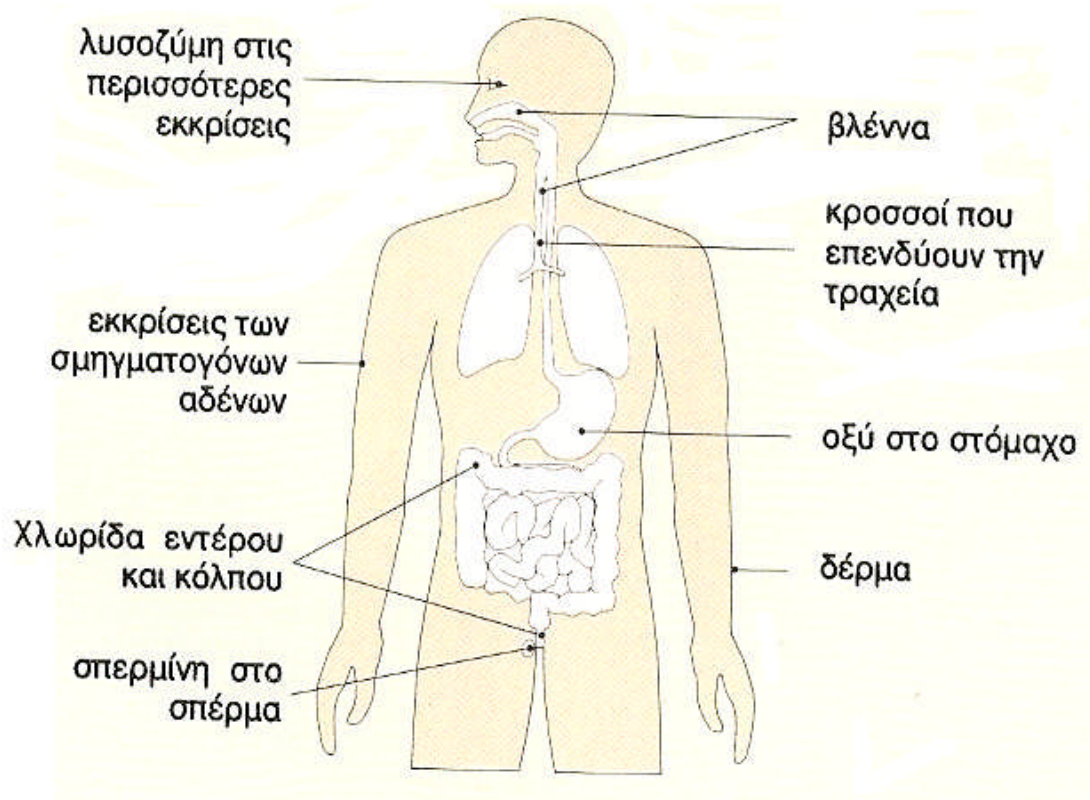
Ο επιθηλιακός φραγμός αποτελεί τμήμα του λεγόμενου μηχανικού φραγμού της φυσικής ανοσίας. Στον μηχανικό φραγμό υπάγονται και όλα τα βιολογικά υγρά που εκκρίνονται από τον οργανισμό π.χ. ο ιδρώτας, τα δάκρυα, τα ούρα. Τα βιολογικά υγρά εκτός από τον ρόλο τους στον μεταβολισμό έχουν και την ιδιότητα να «καθαρίζουν» τον οργανισμό από επικίνδυνους παθογόνους παράγοντες.

Τα επιθήλια δεν αποτελούν μόνο φυσικούς φραγμούς έναντι των λοιμώξεων. Πολλά επιθήλια εκκρίνουν χημικές ουσίες με μικροβιοκτόνο δράση ή ουσίες που αναστέλλουν την ανάπτυξη των μικροβίων. Η δράση αυτή αποτελεί τον λεγόμενο **χημικό φραγμό**.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας ουσίας είναι η λυσοζύμη ένα ένζυμο που υπάρχει στο σίελο, τη βλέννη, στα δάκρυα και σε διάφορες άλλες εκκρίσεις. Η λυσοζύμη προκαλεί

διάσπαση της πεπτιδογλυκάνης, που είναι το κύριο συστατικό του τοιχώματος όλων των βακτηρίων αλλά δεν απαντάται στους ιστούς των θηλαστικών. Το αποτέλεσμα είναι το τοίχωμα των βακτηρίων να χαλαρώνει και εν τέλει να πεθαίνουν.

Άλλες τέτοιες ουσίες είναι η πεψίνη στο έντερο, η σπερμίνη στο σπέρμα, το χαμηλό pH στο στομάχι κ.α.



Περιοχές φυσικής ανοσίας του ανθρώπινου οργανισμού



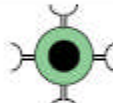
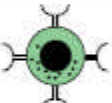
Άλλες περιοχές φυσικής ανοσίας του ανθρώπινου οργανισμού

Η **φυσιολογική χλωρίδα**, εξάλλου, που υπάρχει σε διάφορους βλεννογόνους του ανθρώπινου σώματος (π.χ. γυναικείο κόλπο) ανταγωνίζεται τους παθογόνους μικροοργανισμούς είτε περιορίζοντας τη διάθεση θρεπτικών στοιχείων είτε καταλαμβάνοντας τις θέσεις της προσκόλλησης τους πάνω στα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού είτε, τέλος, παράγοντας αντιμικροβιακές ουσίες. Η φυσιολογική χλωρίδα ανήκει στον λεγόμενο **μικροβιακό φραγμό**.

Πρώιμη φυσική ανοσία

Παρόλα αυτά κάποια παθογόνα θα καταφέρουν να ξεπεράσουν τον μηχανικό φραγμό και να προσδεθούν σε διάφορα όργανα του σώματος. Τότε ενεργοποιείται η πρώτη ανοσία η οποία περιλαμβάνει την ενεργοποίηση συγκεκριμένων κυττάρων και ουσιών του ανοσιακού συστήματος. Τέτοια κύτταρα είναι τα **φαγοκύτταρα** και τα κύτταρα «**φυσικοί φονιάδες**». Από τις ουσίες που ενεργοποιούνται προεξέχει η ενεργοποίηση της λεγόμενης «**εναλλακτικής οδού του συμπληρώματος**». Άλλη σχετική ουσία είναι η **ιντερφερόνη** η οποία παράγεται από κύτταρα που έχουν προσβληθεί από ιό και εμποδίζει την προσβολή άλλων κυττάρων από τον ίδιο ιό.

Η πρώτη φυσική ανοσία δρα **4 – 96 ώρες** μετά το πρώτο στάδιο της άμεσης φυσικής ανοσίας. Συνήθως καταφέρνει να εξουδετερώσει τον λοιμογόνο παράγοντα χωρίς περαιτέρω προβλήματα για τον οργανισμό. Σε αντίθετη περίπτωση κατορθώνεται τουλάχιστον να **αναχαιτισθεί προσωρινά** η λοίμωξη (περίπου 4 ημέρες) πριν ενεργοποιηθούν οι πολύπλοκοι μηχανισμοί της λεγόμενης **ειδικής ανοσίας**.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ	ΧΥΜΙΚΗ ΑΝΟΣΙΑ	ΚΥΤΤΑΡΙΚΗ ΑΝΟΣΙΑ
ΑΝΤΙΓΟΝΟ	 Εξωκύτταρα βακτηρίδια	 Ενδοκύτταρα βακτηρίδια μέσα σε μακροφάγο  Ενδοκύτταροι ιοί σε σωματικά κύτταρα
ΛΕΜΦΟΚΥΤΤΑΡΑ	 B-λεμφοκύτταρο	 T-λεμφοκύτταρο  T-λεμφοκύτταρο
ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ	Παραγωγή αντισωμάτων  Εξουδετέρωση βακτηριδίου	Ενεργοποίηση μακροφάγων  Φαγοκυττάρωση μικροβίου  Κυταροτοξικότητα Λύση του κυττάρου
ΦΟΡΕΑΣ ΤΗΣ ΑΝΟΣΙΑΣ	Αντισώματα	Εναισθητοποιημένα T- λεμφοκύτταρα

Διαφορές χυμικής και κυτταρικής ανοσίας

Η ειδική ανοσία

Αν η φυσική ανοσία δεν κατορθώσει να εξουδετερώσει τον λοιμογόνο παράγοντα τότε κινητοποιούνται άλλοι μηχανισμοί, που είναι εξαιρετικά ειδικοί για τα διάφορα παθογόνα. Αυτοί οι μηχανισμοί όχι μόνο αυξάνουν την αμυντική ικανότητα του οργανισμού αλλά και διαθέτουν ικανότητα μνήμης έτσι ώστε να δρουν αποτελεσματικά όταν ο οργανισμός εκτεθεί στον ίδιο παράγοντα. Αυτή η ανοσία ονομάζεται **ειδική ή επίκτητη ανοσία**.

Στην ειδική ανοσία συμμετέχουν ειδικά κύτταρα που ονομάζονται **λεμφοκύτταρα**. Τα λεμφοκύτταρα εξουδετερώνουν τους λοιμογόνους παράγοντες παράγοντας ειδικές πρωτεΐνες που ονομάζονται **αντισώματα**. Οι λοιμογόνοι παράγοντες που προκαλούν την ειδική ανοσία ονομάζονται **αντιγόνα**.

Επειδή τα λεμφοκύτταρα και τα αντισώματα που συμμετέχουν στην ειδική ανοσία, δεν βρίσκονται σε κατάσταση να ανταποκρίνονται άμεσα στην παρουσία των αντιγόνων, η ειδική ανοσία εκδηλώνεται περίπου 4 ημέρες μετά την επαφή του οργανισμού με τα αντιγόνα. Ο πολύτιμος χρόνος μέχρι την ενεργοποίηση της ειδικής ανοσίας καλύπτεται από την φυσική ανοσία.

Η εκδήλωση της ειδικής ανοσίας ονομάζεται **ανοσοποίηση**. Η ανοσοποίηση, δηλαδή, από ανοσολογική άποψη είναι η παραγωγή λεμφοκυττάρων από τον οργανισμό και η παραγωγή αντισωμάτων από τα λεμφοκύτταρα. Η ανοσοποίηση διακρίνεται σε ενεργητική και παθητική. Η **ενεργητική ανοσοποίηση** είναι η παραγωγή αντισωμάτων λόγω της άμεσης επαφής με το αντιγόνο. Τα αντισώματα αυτά παράγονται από τον ίδιο τον οργανισμό λόγω λοίμωξης ή εμβολιασμού. Αντίθετα στην **παθητική ανοσοποίηση** τα αντισώματα εισάγονται στον οργανισμό έτοιμα χωρίς να παράγονται από τον ίδιο τον οργανισμό. Τέτοιο παράδειγμα είναι η χορήγηση ορών για ιατρικούς σκοπούς π.χ. η χορήγηση αντιοφικού ορού έναντι των δηλητηρίων των φιδιών.

Οι κατηγορίες της ειδικής ανοσίας

Ανάλογα με τα στοιχεία του ανοσιακού συστήματος που συμμετέχουν στην εκδήλωση της ανοσιακής απάντησης, η ειδική ανοσία διακρίνεται σε:

1. **Χυμική ανοσία.** Ο όρος «χυμική» προέρχεται από τη λέξη «χυμός» και υπονοεί την πρόκληση της ανοσίας μέσω του «χυμού» του αίματος δηλαδή του αίματος που δεν περιέχει κύτταρα (δηλαδή ορός ή πλάσμα). Η χυμική ανοσία είναι ο κατ' εξοχήν προστατευτικός μηχανισμός έναντι των **εξωκυττάρων βακτηρίων** (δηλαδή βακτηρίων που δεν εισέρχονται στο εσωτερικό των κυττάρων) και των τοξινών τους. Πρόκειται για την παθητική ανοσοποίηση που περιγράψαμε προηγουμένως. Αυτό δηλαδή που μεταφέρεται μέσω του αίματος και προκαλεί την ανοσοποίηση είναι τα αντισώματα που παράγονται από τα λεμφοκύτταρα. Τα λεμφοκύτταρα που παράγουν τα αντισώματα είναι τα B-λεμφοκύτταρα.
2. **Κυτταρική ανοσία.** Ο όρος «κυτταρική» υποδηλώνει ότι τα εκτελεστικά όργανα αυτής της ανοσίας είναι κύτταρα και όχι μόρια όπως τα αντισώματα. Στην περίπτωση αυτή, η επαφή του οργανισμού με ένα αντιγόνο οδηγεί στην παραγωγή ειδικών λεμφοκυττάρων που ονομάζονται T-λεμφοκύτταρα.

Τα Τ-λεμφοκύτταρα δρουν με δύο τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση καταστρέφουν τα κύτταρα των μικροοργανισμών ασκώντας **τοξική δράση** σε αυτά (Τ-κυτταροτοξικά κύτταρα) και στην δεύτερη παράγουν ειδικές ουσίες, τις **κυτταροκίνες**, που **κινητοποιούν** άλλα κύτταρα τα οποία με την σειρά τους προσβάλουν τα μικρόβια.

Τα χαρακτηριστικά της ειδικής ανοσίας

Τόσο η χυμική όσο και η κυτταρική ειδική ανοσία χαρακτηρίζονται από ορισμένα θεμελιώδη γνωρίσματα:

1. **Ειδικότητα.** Η ονομασία «ειδική» ανοσία οφείλεται στην ικανότητα της να αναγνωρίζει συγκεκριμένα αντιγόνα. Τα τμήματα των αντιγονικών μορίων που αναγνωρίζονται από διαφορετικά λεμφοκύτταρα ονομάζονται **αντιγονικοί καθοριστές** ή **επίτοποι**.
2. **Ετερογένεια.** Ο οργανισμός διαθέτει μια τεράστια ποικιλία λεμφοκυττάρων διαφορετικής αντιγονικής ειδικότητας που φέρεται ως **ρεπερτόριο λεμφοκυττάρων**. Υπολογίζεται ότι το ανοσιακό σύστημα των θηλαστικών έχει την ικανότητα να διακρίνει τουλάχιστον 10^9 διαφορετικούς αντιγονικούς επιτόπους.
3. **Μνήμη.** Η έκθεση του ανοσιακού συστήματος σε ένα ξένο αντιγόνο αυξάνει την ικανότητα της απάντησής του σε μια νέα επαφή με το ίδιο αντιγόνο. Έτσι, η ανοσιακή απάντηση μετά από την επανειλημμένη έκθεση στο ίδιο αντιγόνο, που ονομάζεται και δευτερογενής ή **αναμνηστική ανοσιακή απάντηση**, είναι συνήθως ταχύτερη, ισχυρότερη και, συχνά, ποιοτικά διαφορετική από την πρώτη ή πρωτογενή απάντηση. Η ιδιότητα αυτή της ειδικής ανοσίας καλείται **ανοσιακή μνήμη**.
4. **Αυτορρύθμιση.** Κάθε φυσιολογική ανοσιακή απάντηση εξασθενεί βαθμιαία, με την πάροδο του χρόνου από τη στιγμή του αντιγονικού ερεθίσματος.
5. **Διάκριση του «ιδίου» από το «ξένο».** Πρόκειται για την ικανότητα των λεμφοκυττάρων να διακρίνουν, να αναγνωρίζουν και να απαντούν στα ξένα αντιγόνα και παράλληλα να μην αντιδρούν στο πλήθος των αντιγονικών ουσιών που απαντώνται στον ίδιο τον οργανισμό.