

# ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

## ΚΥΤΤΑΡΟ

Το κύτταρο είναι η δομική και λειτουργική μονάδα της ζωής. Το κύτταρο αποτελεί τη βάση της δομικής και λειτουργικής οργάνωσης ενός οργανισμού. Ο ανθρώπινος οργανισμός αποτελείται από πολλά τρισεκατομμύρια κύτταρα. Η μορφολογική και λειτουργική ακεραιότητα των κυττάρων, οι αλληλεπιδράσεις που ασκούν και η αρμονική συνεργασία μεταξύ τους, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την ύπαρξη και φυσιολογική λειτουργία του οργανισμού.

1. Τα συστατικά του κυττάρου:
  - Το ύδωρ. Κύριο συστατικό (70-85%)
  - Τα ιόντα (κάλιο, μαγνήσιο, θειικές, φωσφορικές ρίζες, νάτριο, χλώριο, ασβέστιο)
  - Οι πρωτεΐνες (10-20%) :
    - Δομικές, μακρά λεπτά νημάτια, βρίσκονται στους μυς και συμβάλλουν στο μηχανισμό της μυϊκής συστολής
    - Σφαιρικές όπως τα ένζυμα που καταλύουν τις διάφορες χημικές αντιδράσεις και ελέγχουν τις μεταβολικές λειτουργίες των κυττάρων.
  - Τα λιπίδια. Κύρια συστατικά των μεμβρανών.
    - Φωσφολιπίδια και χοληστερόλη ( της2% κυτταρικής μάζας). Είναι αδιάλυτα ή μερικώς αδιάλυτα στο ύδωρ.
    - Τριγλυκερίδια
  - Οι υδατάνθρακες. Θρεπτικά συστατικά των κυττάρων. Παίζουν μικρό λειτουργικό ρόλο στη δομή του , με εξαίρεση τις γλυκοπρωτεΐνες. Τα κύτταρα προσλαμβάνουν από το εξωκυττάριο υγρό τους υδατάνθρακες με τη μορφή γλυκόζης, ενώ μέσα στα κύτταρα είναι αποταμιευμένο σε μικρή ποσότητα, 1% της ολικής μάζας τους, γλυκογόνο, που χρησιμεύει για τις ενεργειακές τους ανάγκες.
  - Τα νουκλεοτίδια. Δομικές μονάδες των πυρηνικών οξέων :
    - Το DNA
    - Το RNA.
2. Μορφολογικά στοιχεία :
  - Κυτταρική μεμβράνη(λεπτή, ελαστική πρότυπη πάχους περίπου 6-8nm ). Η κυτταρική μεμβράνη έχει ρόλο: (1) Δομικό διότι περιβάλλει το κύτταρο διαχωρίζοντάς το από τα γύρω υγρά. (2) Λειτουργικό καθώς ρυθμίζει την διακίνηση μορίων προς και από το κύτταρο, ρυθμίζει τη μεταφορά πληροφοριών (υποδοχείς) και τέλος περιέχει αντιγόνα και ένζυμα. Η κυτταρική μεμβράνη περιβάλλει τελείως το κύτταρο και αποτελείται κυρίως από λιπίδια και πρωτεΐνες, ενώ έχει και λίγους υδατάνθρακες.
    - Τα φωσφολιπίδια της κυτταρικής μεμβράνης είναι οργανωμένα σε δύο στιβάδες (στρώσεις). Ουσιαστικά η κυτταρική μεμβράνη αποτελεί ένα λιποειδές υγρό πάχους δύο μορίων. Μέσα σε αυτήν την φωσφολιπιδική διπλοστιβάδα είναι ενσωματωμένες οι πρωτεΐνες της μεμβράνης

- Οι πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης είναι ενσωματωμένες (/διαλυμένες/επιπλέουν) μέσα στη φωσφολιπιδική διπλοστιβάδα. Μάλιστα, καταλαμβάνουν διαφορετικές θέσεις ανάλογα με τον ρόλο που καλούνται να παίξουν. Συγκεκριμένα, οι πρωτεΐνες της μεμβράνης μπορεί να είναι διαμεμβρανικές: α) διαπερνούν ολόκληρο το πάχος της μεμβράνης δηλαδή διασχίζουν την μεμβράνη από την εσωτερική έως την εξωτερική της πλευρά, β) αποτελούν τις οδούς από όπου διακινούνται υδατοδιαλυτές ουσίες και ιόντα ή περιφερειακές (ή περιφερικές): α) δεν διαπερνούν ολόκληρη την μεμβράνη, αλλά εντοπίζονται είτε στην εσωτερική είτε στην εξωτερική πλευρά της μεμβράνης, β) είναι συνδεδεμένες με την εσωτερική πλευρά της μεμβράνης και δρουν ως ένζυμα και καταλύουν χημικές αντιδράσεις του εσωτερικού του κυττάρου. γ) είναι συχνά συνδεδεμένες με υδατάνθρακες σχηματίζοντας γλυκοπρωτεΐνες. Οι γλυκοπρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης μεσολαβούν στην επικοινωνία του κυττάρου με τον εξωτερικό του χώρο καθώς λειτουργούν ως υποδοχείς χημικών ερεθισμάτων που δέχεται το κύτταρο από το περιβάλλον του. Επιπλέον, οι γλυκοπρωτεΐνες της μεμβράνης επιτρέπουν τη σύνδεση γειτονικών κυττάρων προς τη δημιουργία ιστών. Τέλος, λειτουργούν ως αντιγόνα (όπως για παράδειγμα τα αντιγόνα των ομάδων αίματος) που αναγνωρίζονται από αντισώματα του οργανισμού.

- Κυτταρόπλασμα και τα οργανίδια του. Είναι το διαυγές υγρό μέσα στο οποίο είναι διάσπαρτα τα κυτταρικά οργανίδια.

#### ΚΥΤΤΑΡΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΑ ΟΡΓΑΝΙΔΙΑ

Κυτταρικό Οργανίδιο	Περιγραφή	Ρόλος
Το ενδοπλασματικό δίκτυο	Σύστημα από σωληνοειδείς και επίπεδες μεμβρανώδεις κύστες. Ανάλογα με το αν υπάρχουν ή όχι ριβοσώματα προσκολλημένα στην εξωτερική επιφάνεια της μεμβράνης του διακρίνεται σε αδρό <sup>1</sup> και λείο <sup>2</sup> αντίστοιχα.	Αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο: Εδώ λόγω της παρουσίας ριβοσωμάτων παράγονται πρωτεΐνες. Λείο ενδοπλασματικό δίκτυο: Χρησιμεύει για διάφορες ενζυμικές αντιδράσεις, για τη βιοσύνθεση λιποειδών και ως χώρος αποθήκευσης ασβεστίου στα μυϊκά κύτταρα.
Τα ριβοσώματα	Αποτελούνται από ριβονουκλεϊνικό οξύ (RNA). Είναι είτε προσκολλημένα στο ενδοπλασματικό δίκτυο είτε ελεύθερα μέσα στο κυτταρόπλασμα.	Είναι ο τόπος της πρωτεϊνοσύνθεσης.
Η συσκευή Golgi	Σύστημα από πεπλατυσμένες κοίλες μεμβρανώδεις κύστες	Λειτουργεί σε συνδυασμό με το ενδοπλασματικό δίκτυο. Οι μακρομοριακές ουσίες (δηλαδή οι πρωτεΐνες) που προέρχονται από το ενδοπλασματικό δίκτυο εισέρχονται στη συσκευή Golgi όπου υφίστανται τροποποίηση, «πακετάρονται» και μεταφέρονται προς την κυτταρική μεμβράνη.

		Παράλληλα η συσκευή Golgi συνθέτει ορισμένους υδατάνθρακες <sup>3</sup> .
Λυσοσώματα	Μεμβρανώδεις σάκκοι που περιέχουν υδρολυτικά ένζυμα	Πέπτουν ξένα σώματα και φθαρμένα τμήματα κυττάρων. Αποτελούν το ενδοκυττάριο πεπτικό σύστημα.
Μιτοχόνδρια	Έχουν σχήμα αλλαντοειδές. Περιβάλλονται από διπλή μεμβράνη: εσωτερική και εξωτερική. Η εσωτερική φέρνει πολλές πτυχώσεις. Έχουν δικό τους γενετικό υλικό (DNA) και άρα είναι ημιαυτόνομα <sup>4</sup> . Ποικίλουν σε αριθμό από κύτταρο σε κύτταρο ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες του κυττάρου	Είναι τα «ενεργειακά εργοστάσια» του κυττάρου <sup>5</sup>
Κεντροσωμάτιο	Βρίσκεται στο κέντρο του κυττάρου (κοντά στον πυρήνα) και έχει την μορφή ενός ή δύο κοκκίων	Οργανώνει τους μικροσωληνίσκους για να σχηματίσουν την μιτωτική άτρακτο.
Μικροϊνίδια, Ενδιάμεσα Ινίδια, Μικροσωληνίσκοι	Ινίδια πρωτεΐνης που διαφέρουν ως προς τη διάμετρό τους: τα μικροϊνίδια είναι τα μικρότερα και οι μικροσωληνίσκοι τα μεγαλύτερα	Αποτελούν τον κυτταρικό σκελετό που στηρίζει το κύτταρο.

- Πυρήνας, αποτελεί το “σταθμό ελέγχου”, των μεταβολικών και αναπαραγωγικών λειτουργιών του κυττάρου. Περιβάλλεται από την πυρηνική μεμβράνη και περιέχει: τον πυρηνίσκο (ή πυρήνιο), το πυρηνόπλασμα και το γενετικό υλικό (DNA). Το γενετικό υλικό του κυττάρου γίνεται ορατό μονάχα κατά την κυτταρική διαίρεση που συμπυκνώνεται σε χρωμοσώματα. Είναι το κέντρο ελέγχου του κυττάρου. Ελέγχει τις χημικές αντιδράσεις του κυττάρου και την αναπαραγωγή του.
3. Διακυτταρικές συνδέσεις. Τα κύτταρα δε συνδέονται μεταξύ τους αλλά ανάμεσα τους παρεμβάλλεται ένας χώρος, ο μεσοκυττάριος χώρος, ο οποίος συνήθως έχει εύρος περίπου 20 nm.
- Υπάρχουν σε :
    - Συγκρατούν μηχανικά τα κύτταρα μεταξύ τους
    - Συγκρατούν τα κύτταρα αλλά συγχρόνως παρεμποδίζουν τη μεταξύ των κυττάρων διέλευση των ουσιών
    - Συμβάλλουν στη δίοδο μικρών μορίων από το ένα κύτταρο στο άλλο.
  - Τύποι διακυτταρικών συνδέσεων :
    - Στερεές συνδέσεις, σχηματισμό γεφυρών ο οποίος προκύπτει από πολλαπλές συγχωνεύσεις εξωτερικών περιφερικών πρωτεϊνών και ο οποίος παρεμποδίζει τη ροή υγρών στους χώρους μεταξύ των κυττάρων
    - Δεσμοσωμάτια, δισκοειδής σχηματισμός ο οποίος συγκρατεί ενωμένα μεταξύ τους παρακείμενά κύτταρα.

- Ζώνες συγκόλλησης, πρόκειται για συγκόλληση και όχι συγχώνευση των κυτταρικών μεμβρανών παρακείμενων κυττάρων.
  - Χασματοσυνδέσεις, βρίσκονται στις λείες μυϊκές ίνες, στο μυοκάρδιο και στις νευρομυϊκές συνάψεις και επιτρέπουν τη δίοδο ιόντων. Δεν γίνεται συγχώνευση αλλά ο μεσοκυττάριος χώρος περιέχει πρωτεϊνικούς σχηματισμούς τους συνδέσμους. Οι σύνδεσμοι δύο παράπλευρων κυτταρικών μεμβρανών βρίσκονται ευθυγραμμισμένοι και σχηματίζουν ένα διάυλο που θέτει σε επικοινωνία τους ενδοκυττάριους χώρους των δύο κυττάρων και διευκολύνει τη διακίνηση ιόντων.
4. Διάυλοι ιόντων. Επιτρέπουν την επικοινωνία και την ανταλλαγή ύδατος και υδατοδιαλυτών ιόντων μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου του κυττάρου. Είναι οι ακόλουθοι :
- Ιοντικοί διάυλοι Na<sup>+</sup>
  - Ιοντικοί διάυλοι K<sup>+</sup>
  - Διάυλοι Ca<sup>2+</sup>
  - Διάυλοι Cl
  - Διάυλοι H

Το υγρό περιβάλλον των κυττάρων :

Το 70% του βάρους του ανθρώπινου οργανισμού είναι υγρό. Ένα μέρος του υγρού αυτού βρίσκεται μέσα στα κύτταρα και λέγεται ενδοκυττάριο υγρό. Το υγρό συστατικό του αίματος και το υγρό που βρίσκεται ανάμεσα στα κύτταρα αποτελεί το εξωκυττάριο υγρό. Έτσι, όλα τα κύτταρα ζουν μέσα στο ίδιο περιβάλλον, στο εξωκυττάριο υγρό που χαρακτηρίζεται ως εσωτερικό περιβάλλον του σώματος. Τα δύο αυτά υγρά διαφέρουν σημαντικά ως προς τη σύστασή τους. Το εξωκυττάριο υγρό περιέχει μεγάλες ποσότητες νατρίου και πολύ μικρές ποσότητες καλίου. Το ενδοκυττάριο υγρό, αντίθετα, περιέχει μεγάλες ποσότητες καλίου και μικρές νατρίου. Το εξωκυττάριο υγρό επίσης περιέχει μεγάλες ποσότητες άλλων ιόντων και θρεπτικές ουσίες για το κύτταρο, όπως οξυγόνο, γλυκόζη, λιπαρά οξέα και αμινοξέα. Οι διαφορές αυτές στη σύσταση των δύο υγρών είναι εξαιρετικά σημαντικές, τόσο για τη ζωή του κυττάρου όσο και συνολικά για τις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού. Η κυτταρική μεμβράνη διαχωρίζει το ενδοκυττάριο από το εξωκυττάριο υγρό. Αν υποθέσουμε ότι όλες οι ουσίες που υπάρχουν στα δύο αυτά υγρά μπορούσαν να περνούν ελεύθερα από την κυτταρική μεμβράνη και προς τις δύο πλευρές της, το αποτέλεσμα θα ήταν να έχουμε την ίδια συγκέντρωση ουσιών και στο ενδοκυττάριο και στο εξωκυττάριο υγρό. Αυτό δε συμβιβάζεται με τη ζωή και στην πραγματικότητα δε συμβαίνει. Η κυτταρική μεμβράνη επιτρέπει επιλεκτικά σε ορισμένες ουσίες να περνούν από αυτή. Και επειδή αυτό μόνο δεν είναι αρκετό για τη δημιουργία και τη διατήρηση διαφορετικών συγκεντρώσεων των μορίων και των ιόντων στο ενδοκυττάριο και το εξωκυττάριο υγρό, η κυτταρική μεμβράνη διαθέτει ειδικούς μηχανισμούς για τη μεταφορά τους μέσα από αυτή. Οι μηχανισμοί αυτοί περιγράφονται παρακάτω. Οι βασικοί μηχανισμοί με τους οποίους γίνεται η μεταφορά μορίων ή ιόντων μέσα από την κυτταρική μεμβράνη είναι: - η διάχυση ουσιών η οποία λέγεται και παθητική μεταφορά γιατί γίνεται χωρίς την κατανάλωση ενέργειας και - η ενεργητική μεταφορά, δηλαδή η μετακίνηση ουσιών που απαιτεί κατανάλωση ενέργειας για να πραγματοποιηθεί. Όσωση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο σε δύο διαλύματα διαφορετικής πυκνότητας που χωρίζονται με ημιδιαπερατή μεμβράνη παρατηρείται μετακίνηση του διαλύτη από το αραιότερο στο πυκνότερο διάλυμα. Η διαφορετική συγκέντρωση ουσιών στο ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο υγρό προκαλεί καθαρή μετακίνηση νερού μέσα από τη μεμβράνη, με αποτέλεσμα τη διόγκωση ή τη συρρίκνωση του κυττάρου ανάλογα με την κατεύθυνση της μετακίνησης. Στην πραγματικότητα, επειδή λειτουργούν διάφοροι άλλοι πολύπλοκοι μηχανισμοί, καθαρή ποσότητα νερού μετακινείται συνεχώς μέσα από την κυτταρική μεμβράνη με δεδομένο ότι όση ποσότητα νερού μπαίνει στο κύτταρο τόση βγαίνει από αυτό. Έτσι ο όγκος του κυττάρου διατηρείται σταθερός

και η κυτταρική μεμβράνη ακέραια. Όπως έχουμε πει, ενεργητική μεταφορά λέγεται η μετακίνηση με κατανάλωση ενέργειας μορίων και κυρίως ιόντων μέσα από την κυτταρική μεμβράνη. Το κύτταρο σε ορισμένες περιπτώσεις χρειάζεται ουσίες, όπως τα ιόντα καλίου, που βρίσκονται σε πολύ μικρή συγκέντρωση στο εξωκυττάριο υγρό. Παράλληλα, στο ενδοκυττάριο υγρό υπάρχει ήδη μεγάλη συγκέντρωση ιόντων καλίου. Παρ' όλα αυτά χρειάζεται να μεταφέρει κι άλλα ιόντα καλίου στο εσωτερικό του. Για να το κάνει αυτό πρέπει να καταναλώσει ενέργεια. Αντίστροφα, μπαίνουν στο κύτταρο ουσίες όπως τα ιόντα νατρίου τα οποία πρέπει να βγουν έξω, παρόλο που η συγκέντρωσή τους μέσα στο κύτταρο είναι πολύ μικρότερη από την εξωτερική. Το κύτταρο πετυχαίνει τη μετακίνηση ιόντων καλίου και νατρίου αντίθετα με τη  $2 K^+$  Ενδοκυττάριος χώρος διαφορά συγκέντρωσης, δηλαδή από τη μικρότερη συγκέντρωση στη μεγαλύτερη, μ' ένα μηχανισμό ενεργητικής μεταφοράς που λέγεται αντλία  $Na^+-K^+$ . Ο μηχανισμός αυτός δουλεύει συνεχώς σαν πραγματική αντλία και για κάθε 3  $Na^+$  που απομακρύνει από το εσωτερικό του κυττάρου προς τα έξω βάζει 2  $K^+$  μέσα στο κύτταρο. Η ενέργεια που χρειάζεται απελευθερώνεται από τη διάσπαση του ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη), που είναι το «ενεργειακό νόμισμα» του οργανισμού. Η αντλία  $Na^+-K^+$  υπάρχει σε όλα τα κύτταρα του οργανισμού και έχει την ευθύνη για τη διατήρηση της διαφοράς συγκέντρωσης των ιόντων νατρίου και καλίου στις δύο πλευρές της μεμβράνης.

Οι βασικοί μηχανισμοί με τους οποίους γίνεται η μεταφορά μορίων ή ιόντων μέσα από την κυτταρική μεμβράνη είναι:

- Η διάχυση ουσιών η οποία λέγεται και παθητική μεταφορά γιατί γίνεται χωρίς την κατανάλωση ενέργειας
- Η ενεργητική μεταφορά, δηλαδή η μετακίνηση ουσιών που απαιτεί κατανάλωση ενέργειας για να πραγματοποιηθεί.

Με απλή διάχυση περνούν εύκολα μέσα από την κυτταρική μεμβράνη το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, το οινόπνευμα και τα λιπαρά οξέα. Ουσίες όπως η γλυκόζη και τα αμινοξέα για να περάσουν μέσα από την κυτταρική μεμβράνη χρειάζονται τη βοήθεια μιας πρωτεΐνης της μεμβράνης. Έτσι η γλυκόζη συνδέεται στην εξωτερική πλευρά της μεμβράνης με την πρωτεΐνη που λέγεται φορέας, με τη βοήθεια της οποίας περνάει στην άλλη πλευρά και εκεί αποσυνδέεται και μπαίνει μέσα στο εσωτερικό του κυττάρου. Ο μηχανισμός αυτός λέγεται διευκολυνόμενη διάχυση.

Όσμωση ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο σε δυο διαλύματα διαφορετικής πυκνότητας που χωρίζονται με ημιδιαπερατή μεμβράνη παρατηρείται μετακίνηση του διαλύτη από το αραιότερο στο πυκνότερο διάλυμα. Η διαφορετική συγκέντρωση ουσιών στο ενδοκυττάριο και εξωκυττάριο υγρό προκαλεί καθαρή μετακίνηση νερού μέσα από τη μεμβράνη, με αποτέλεσμα τη διόγκωση ή την συρρίκνωση του κυττάρου ανάλογα με την κατεύθυνση της μετακίνησης. Στην πραγματικότητα, επειδή λειτουργούν διάφοροι άλλοι πολύπλοκοι μηχανισμοί, καθαρή ποσότητα νερού μετακινείται συνεχώς μέσα από την κυτταρική μεμβράνη με δεδομένο ότι όση ποσότητα νερού μπαίνει στο κύτταρο τόση βγαίνει από αυτό. Έτσι ο όγκος του κυττάρου διατηρείται σταθερός και η κυτταρική μεμβράνη ακέραια.