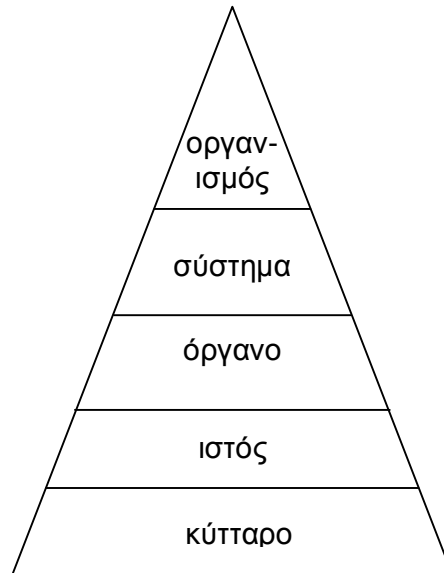


1. Εισαγωγή στο Κύτταρο

1.1. Ορισμός του κυττάρου.

Το κύτταρο είναι η δομική και λειτουργική μονάδα της ζωής (σχήμα 1).

Το κύτταρο αποτελεί τη βάση της δομικής και λειτουργικής οργάνωσης ενός οργανισμού. Συγκεκριμένα, όμοια κύτταρα συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν **ιστό**, διαφορετικοί ιστοί συνδυάζονται για να σχηματίσουν ένα **όργανο**, διαφορετικά όργανα συνεργάζονται για να αποτελέσουν ένα **σύστημα** που επιτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία του οργανισμού, και τέλος όλα τα συστήματα μαζί δημιουργούν έναν **οργανισμό**.



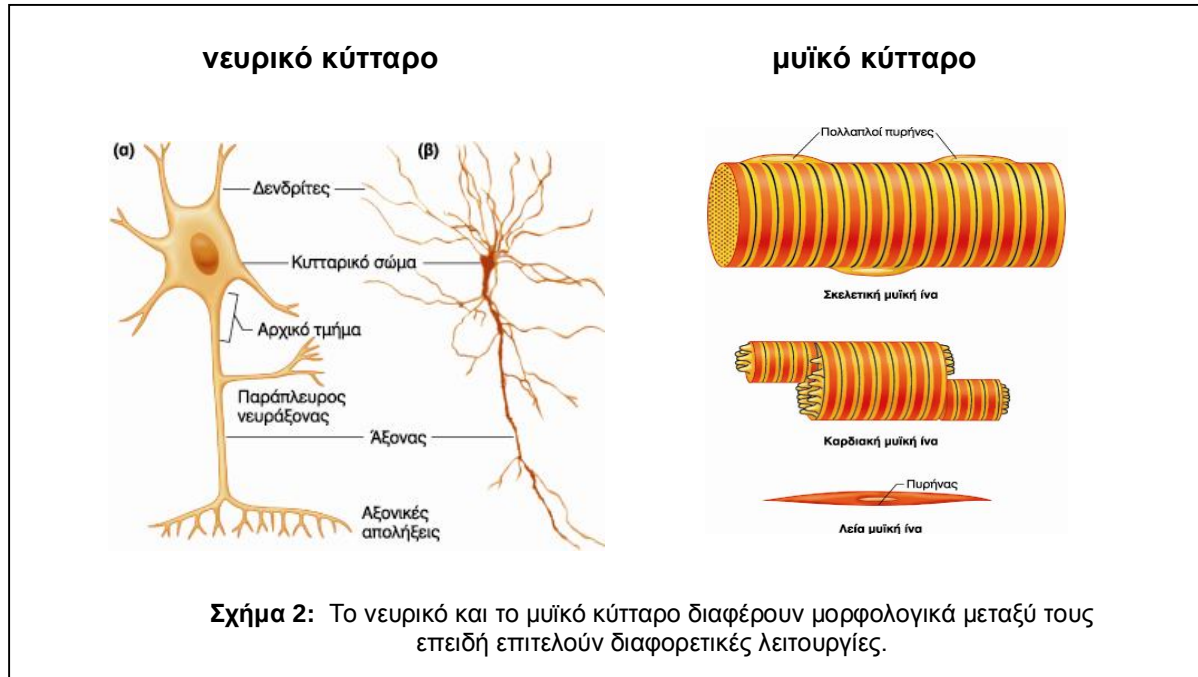
Σχήμα 1: Το κύτταρο ως η δομική και λειτουργική μονάδα της ζωής.

1.2. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του κυττάρου.

1.2.1. Τα κύτταρα ποικίλουν.

Όλα τα κύτταρα ενός οργανισμού δεν είναι ίδια. Αντιθέτως, τα κύτταρα στο σώμα παρουσιάζουν μια μεγάλη **ποικιλομορφία**. Διαφορές στην **μορφολογία** των κυττάρων απορρέουν από διαφορές στη **λειτουργία** τους, αφού διαφορετικά κύτταρα επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες. Με άλλα λόγια διαφορετικά κύτταρα παίζουν διαφορετικό **ρόλο** στη φυσιολογία ενός οργανισμού. Για παράδειγμα, άλλος ο ρόλος ενός μυϊκού κυττάρου (σύσπαση) και άλλος ο ρόλος ενός νευρικού κυττάρου (αγωγή ηλεκτρικού σήματος). Στο κύτταρο η λειτουργία και η μορφολογία είναι έννοιες στενά συνυφασμένες: η λειτουργία του κυττάρου καθορίζει την μορφολογία του κυττάρου και η μορφολογία του κυττάρου εξυπηρετεί τη λειτουργία του. Π.χ. άλλη μορφή έχει το μυϊκό κύτταρο σε σχέση με το νευρικό, αφού έχουν διαφορετικές λειτουργίες δηλαδή παίζουν διαφορετικούς ρόλους μέσα στο ανθρώπινο σώμα (σχήμα 2). Τέλος, αφού όλα τα κύτταρα του οργανισμού ξεκίνησαν από το κοινό, το ίδιο, γονιμοποιημένο ωάριο δηλαδή το ζυγωτό συνεπάγεται ότι θα έχουν όλα τους το ίδιο **γενετικό υλικό**, δηλαδή τα ίδια γονίδια. Αναρωτιέται επομένως κανείς πώς μπορούν να έχουν τα κύτταρα διαφορετικές λειτουργίες και διαφορετικές μορφές από τη στιγμή που είναι γενετικά πανομοιότυπα. Πρέπει να έχουμε υπόψην μας ότι τα γονίδια **εκφράζονται** σε πρωτεΐνες και είναι οι διαφορετικές πρωτεΐνες που διαφοροποιούν τα κύτταρα και λειτουργικά και δομικά. Π.χ. μια σημαντική κατηγορία πρωτεϊνών είναι τα **ένζυμα**. Τα ένζυμα διευκολύνουν χημικές αντιδράσεις μέσα στο κύτταρο και είναι ειδικά για κάθε χημική αντίδραση. Διαφορετικά κύτταρα περιέχουν διαφορετικά ένζυμα ή διαφορετικές ποσότητες του ίδιου ενζύμου. Διαφορετικές πρωτεΐνες είναι υπεύθυνες και για τη διαφορετική μορφολογία των κυττάρων. Π.χ. τα μυοϊνίδια είναι μια χαρακτηριστική δομή του κυτταροσκελετού των μυϊκών κυττάρων

ειδικά που απουσιάζει από άλλα κύτταρα. Άρα, αν και όλα τα κύτταρα περιέχουν τα ΙΔΙΑ γονίδια, διαφοροποιούνται ως προς στο ποιά γονίδια εκφράζουν και πόσο.

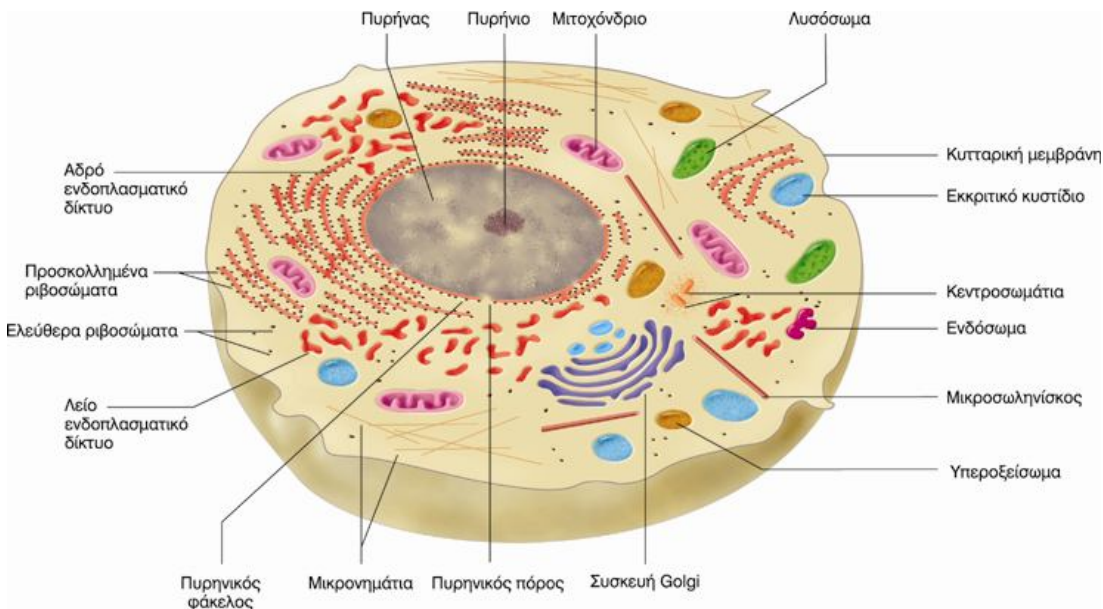


1.2.2. Τα κύτταρα μοιάζουν: Η κοινή οργάνωση των κυττάρων.

Παρά την μεγάλη ποικιλομορφία τους, τα κύτταρα έχουν έναν κοινό τρόπο οργάνωσης (σχήμα 3). Έτσι, όλα τα κύτταρα αποτελούνται από:

- Κυτταρική μεμβράνη.
- Κυτταρόπλασμα= Κυτταροδιάλυμα + Κυτταρικά Οργανίδια.

Συγκεκριμένα, όλα τα κύτταρα περιβάλλονται από **κυτταρική μεμβράνη**. Το εσωτερικό του κυττάρου αποτελείται από το **κυτταρόπλασμα** μέσα στο οποίο βρίσκονται (επιπλέον) τα **κυτταρικά οργανίδια**.



Σχήμα 3: Η βασική οργάνωση του κυττάρου κοινή σε όλους τους τύπους κυττάρων.

1.3. Η κυτταρική μεμβράνη.

1.3.1. Ο ρόλος της κυτταρικής μεμβράνης.

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 (βλέπε παρακάτω).

1.3.2. Η σύνθεση της κυτταρικής μεμβράνης.

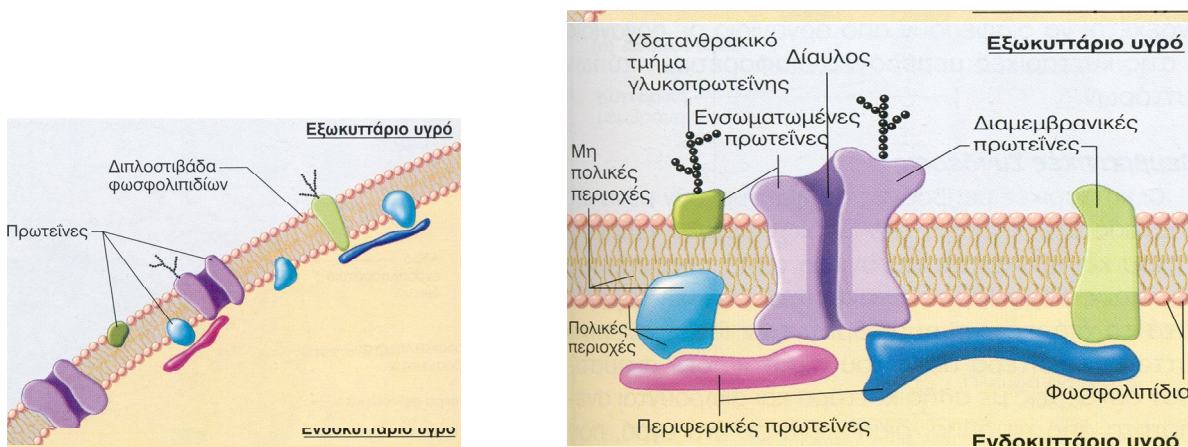
Η κυτταρική μεμβράνη περιβάλλει τελείως το κύτταρο και αποτελείται κυρίως από λιπίδια και πρωτεΐνες, ενώ έχει και λίγους υδατάνθρακες (πίνακας 1).

Ποσοστιαία χημική σύσταση της κυτταρικής μεμβράνης	
Πρωτεΐνες	55%
Λιπίδια (φωσφολιπίδια και χοληστερόλη)	42%
Υδατάνθρακες	3%

Πίνακας 1: Χημική σύσταση του κυττάρου.

1. Τα λιπίδια της κυτταρικής μεμβράνης:

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 (σχήμα 4).



Σχήμα 4: Η οργάνωση λιπιδίων, πρωτεϊνών και υδατανθράκων στην κυτταρική μεμβράνη.

2. Οι πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης:

Οι πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης είναι ενσωματωμένες (/διαλυμένες/επιπλέουν) μέσα στη φωσφολιπιδική διπλοστιβάδα (σχήμα 4). *Μάλιστα, καταλαμβάνουν διαφορετικές θέσεις ανάλογα με τον ρόλο που καλούνται να παίξουν* (πίνακας 2). Συγκεκριμένα, οι πρωτεΐνες της μεμβράνης μπορεί να είναι **διαμεμβρανικές** ή **περιφερειακές (ή περιφερικές)**.

(α) Διαμεμβρανικές πρωτεΐνες: Είναι οι πρωτεΐνες που διαπερνούν ολόκληρο το πάχος της μεμβράνης δηλαδή διασχίζουν την μεμβράνη από την εσωτερική έως την εξωτερική της πλευρά. Οι διαμεμβρανικές ουσίες αποτελούν τις οδούς από όπου διακινούνται υδατοδιαλυτές ουσίες και ιόντα (βλέπε και παρακάτω).

(β) Περιφερειακές πρωτεΐνες: Αυτές δεν διαπερνούν ολόκληρη την μεμβράνη, αλλά εντοπίζονται είτε στην **εσωτερική** είτε στην **εξωτερική** πλευρά της μεμβράνης. Οι περιφερικές πρωτεΐνες που είναι συνδεδεμένες με την **εσωτερική** πλευρά της μεμβράνης δρουν ως **ένζυμα** και καταλύουν χημικές αντιδράσεις του εσωτερικού του κυττάρου. Οι περιφερικές πρωτεΐνες που βρίσκονται στην **εξωτερική** επιφάνεια της κυτταρικής μεμβράνης 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.

3. Οι υδατάνθρακες της κυτταρικής μεμβράνης: βλέπε παραπάνω γλυκοπρωτεΐνες.

Πρωτεΐνες Κυτταρικής Μεμβράνης	
Θέση	Ρόλος
Διαμεμβρανικές	Διακίνηση μορίων προς και από το κύτταρο.
Περιφερειακές (εσωτερική πλευρά κυτταρικής μεμβράνης)	Ένζυμα που καταλύουν χημικές αντιδράσεις στο εσωτερικό της μεμβράνης.
Περιφερειακές (εξωτερική πλευρά κυτταρικής μεμβράνης)	Υποδοχείς χημικών ερεθισμάτων. Συνδέουν γειτονικά κύτταρα μεταξύ τους. Λειτουργούν ως αντιγόνα.

Πίνακας 2: Πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης.

1.3.3. Η διακίνηση μορίων διαμέσου της κυτταρικής μεμβράνης.

Μία από τις σημαντικότερες λειτουργίες της κυτταρικής μεμβράνης είναι η διακίνηση ουσιών προς και από το εσωτερικό του κυττάρου. Η κυτταρική μεμβράνη αποτελείται κυρίως από λιπίδια και πρωτεΐνες. Τα λιπίδια δημιουργούν ουσιαστικά τον φραγμό για την διάβαση του νερού και των υδατοδιαλυτών ουσιών από τον εξωκυττάριο προς τον ενδοκυττάριο χώρο και αντιστρόφως. Οι πρωτεΐνες όμως διακόπτουν αυτόν τον φραγμό και αποτελούν τις οδούς για το πέρασμα ουσιών από την μεμβράνη.

Το πώς θα διακινηθεί μια ουσία μέσω της κυτταρικής μεμβράνης εξαρτάται: (α) από το μέγεθος της ουσίας, δηλαδή αν είναι **μικρομοριακή** ή **μεγαλομοριακή** και (β) από τη φύση της ουσίας, αν είναι δηλαδή **υδατοδιαλυτή** ή **λιποδιαλυτή**.

Μικρομοριακές ουσίες: το οξυγόνο (O_2), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μικρά λιπαρά οξέα, μονοσακχαρίτες (όπως η γλυκόζη), ιόντα και αμινοξέα.

Μεγαλομοριακές ή Μακρομοριακές ουσίες: Είναι συνήθως τα πολυμερή μικρομοριακών ουσιών όπως για παράδειγμα λίπη, πολυσακχαρίτες, πρωτεΐνες.

A. Πώς μπορεί μια ΜΙΚΡΟΜΟΡΙΑΚΗ ουσία να διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη:

Μια μικρομοριακή ουσία μπορεί να διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη με:

- (α) Παθητική διάχυση.
- (β) Διευκολυνόμενη διάχυση.
- (γ) Ενεργητική μεταφορά.

Ορισμός της Διάχυσης: *Ας φανταστούμε δυο διαλύματα της ίδιας διαλυμένης ουσίας στον ίδιο διαλύτη που διαχωρίζονται από μια μεμβράνη. **EAN** η μεμβράνη είναι διαπερατή για τη συγκεκριμένη διαλυμένη ουσία και **EAN** τα δυο διαλύματα έχουν διαφορετικές συγκεντρώσεις τότε παρατηρείται (καθαρή) κίνηση διαλυμένης ουσίας από το διάλυμα της υψηλής συγκέντρωσης προς το διάλυμα της χαμηλής συγκέντρωσης προκειμένου οι συγκεντρώσεις των δύο διαλυμάτων να εξισωθούν (κατάσταση ισορροπίας).*

Άρα η **κινητήριος δύναμη** στη διάχυση είναι η διαφορά της συγκέντρωσης και επομένως η διάχυση δεν καταναλώνει ενέργεια.

Η κυτταρική μεμβράνη είναι μια μεμβράνη (μια επιφάνεια) η οποία διαχωρίζει δύο διαλύματα: το εξωκυττάριο υγρό και το κυτταρόπλασμα. Τα διαλύματα αυτά έχουν διαλυμένες ουσίες σε διαφορετικές συγκεντρώσεις και η κυτταρική μεμβράνη είναι διαπερατή σε ορισμένες από αυτές.

(α) Παθητική διάχυση:

Η ουσία μετακινείται από την υψηλότερη συγκέντρωση προς την χαμηλότερη συγκέντρωση.

Διακρίνουμε **ΔΥΟ** περιπτώσεις:

- (1) Η ουσία είναι **διαλυτή στα λιπίδια** της κυτταρικής μεμβράνης είτε λόγω του πολύ μικρού τους μεγέθους π.χ. το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα, είτε λόγω της λιποδιαλυτής τους φύσης π.χ. τα λιπαρά οξέα). Τότε όταν η ουσία αυτή έρθει σε επαφή με τα λιπίδια της μεμβράνης διαλύεται σε αυτά και συνεχίζει την κίνησή της. Όσο πιο ευδιάλυτη είναι η ουσία στα λιπώδη τόσο πιο γρήγορα διαπερνά την μεμβράνη.
- (2) Η ουσία **δεν είναι διαλυτή στα λιπίδια** π.χ. το νερό (H_2O) και διάφορα ιόντα, όπως τα ιόντα νατρίου (Na^+) και καλίου (K^+). Τότε διαχέεται μέσα από διαμεμβρανικές πρωτεΐνες που δημιουργούν κανάλια ή πόρους, δηλαδή τρύπες από τη μια άκρη της μεμβράνης στην άλλη, όπως π.χ. τα κανάλια νατρίου και τα κανάλια καλίου.

(β) Διευκολυνόμενη διάχυση:

Η ουσία μετακινείται και πάλι από την υψηλότερη συγκέντρωση προς την χαμηλότερη συγκέντρωση. Η ουσία αυτή κάθε αυτή δεν είναι λιποδιαλυτή, συνδέεται όμως με ένα φορέα και ο συνδυασμός ουσία και φορέας είναι λιποδιαλυτός και διαπερνά την μεμβράνη. Παράδειγμα τέτοιας μεταφοράς είναι η μετακίνηση γλυκόζης.

(γ) Ενεργός Μεταφορά:

Συχνά απαιτείται η μετακίνηση μιας ουσίας από την πλευρά της χαμηλότερης συγκέντρωσης προς την πλευρά της υψηλότερης συγκέντρωσης. Το κύτταρο τότε χρησιμοποιεί και πάλι **φορέα**, μόνο που αυτή τη φορά κατά την μετακίνηση καταναλώνεται **ενέργεια**.

B. Πώς μπορεί μια ΜΕΓΑΛΟΜΟΡΙΑΚΗ ουσία να διαπεράσει την κυτταρική μεμβράνη:

Μια μεγαλομοριακή εισέρχεται στο κύτταρο με τη διαδικασία της **ενδοκυττάρωσης** και εξέρχεται από το κύτταρο με τη διαδικασία της **εξωκυττάρωσης**.

Κατά την ενδοκυττάρωση η εισερχόμενη ουσία εισέρχεται σε μια ενδίπλωση της κυτταρικής μεμβράνης. Στη συνέχεια η ενδίπλωση αυτή κλείνει και το κυστίδιο που σχηματίζεται αποκόπτεται από την μεμβράνη και μεταφέρεται προς το εσωτερικό του κυττάρου. Η εξωκυττάρωση είναι η αντίστροφη πορεία από την ενδοκυττάρωση και με αυτήν επιτυγχάνεται η απομάκρυνση των μακρομορίων.

1.4. Το κυτταρόπλασμα.

1.4.1. Το κυτταροδιάλυμα.

Γνωστό κι ως κυττοσόλιο ή υαλόπλασμα είναι το διαυγές υγρό μέσα στο οποίο είναι διάσπαρτα τα κυτταρικά οργανίδια.

1.4.2. Τα κυτταρικά οργανίδια.

Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται τα κυτταρικά οργανίδια, οι δομές δηλαδή που συναντώνται μέσα στο κυτταρόπλασμα και οι αντίστοιχες λειτουργίες τους.

Κυτταρικά Οργανίδια		
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 ¹ και λείο ² 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 πρωτεϊνσύνθεσης.
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 ³ .
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 ⁴ . Ποικίλουν σε αριθμό από κύτταρο σε κύτταρο ανάλογα με τις ενεργειακές ανάγκες του κυττάρου.	Είναι τα «ενεργειακά εργοστάσια» του κυττάρου ⁵ .
Λυσοσώματα	Μεμβρανώδεις σάκκοι που περιέχουν υδρολυτικά ένζυμα.	Πέπτουν ξένα σώματα και φθαρμένα τμήματα κυττάρων. Αποτελούν το ενδοκυττάριο πεπτικό σύστημα .
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.
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.
Πυρήνας	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.
Σημειώσεις: 1. Το αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο είναι επίσης γνωστό ως κοκκόδως ή τραχύ. Τα ριβοσώματα φαίνονται στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο ως κοκκία. 2. Το λείο ενδοπλασματικό δίκτυο είναι επίσης γνωστό ως άκοκκο ή ομαλό. 3. Θυμηθείτε το παράδειγμα των γλυκοπρωτεϊνών της της κυτταρικής μεμβράνης: Πρωτεΐνες παράγονται στο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο πηγαίνουν στο σύστημα Golgi όπου ενώνονται με υδατάνθρακες (σάκχαρα) και γίνονται γλυκοπρωτεΐνες, οι οποίες στη συνέχεια «πακετάρονται» στα εκκριτικά κυστίδια και μεταφέρονται στην κυτταρική μεμβράνη. 4. Αυτό σημαίνει ότι τα μιτοχόνδρια έχουν τη δυνατότητα να παράγουν κάποιες από τις πρωτεΐνες τους, <u>ωστόσο δεν αναπαράγονται ανεξάρτητα από το υπόλοιπο κύτταρο!</u> 5. Η ενέργεια που υπάρχει στις θρεπτικές ουσίες (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, λίπη) μετατρέπεται με μια σειρά από πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις (γλυκόλυση, κύκλος του Krebs και οξειδωτική φωσφορυλίωση) σε ενέργεια σχηματισμού του μορίου ATP (αδενοσινωτριφωσφορικό οξύ). Η γλυκόλυση αποδίδει λίγη ενέργεια και πραγματοποιείται στο κυτταροδόλυμα. Ο κύκλος του Krebs και η οξειδωτική φωσφορυλίωση που αποδίδουν την περισσότερη ενέργεια πραγματοποιούνται στο εσωτερικό των μιτοχονδρίων. Οι μιτοχονδροπάθειες είναι μια κατηγορία ασθενειών οι οποίες οφείλονται στη δυσλειτουργία των μιτοχονδρίων που συνεπάγεται τη μειωμένη σύνθεση ATP. Το αποτέλεσμα είναι η εξασθένηση των μυών και η ανικανότητα για άσκηση.		