

ΤΟ ΚΥΤΤΑΡΟ

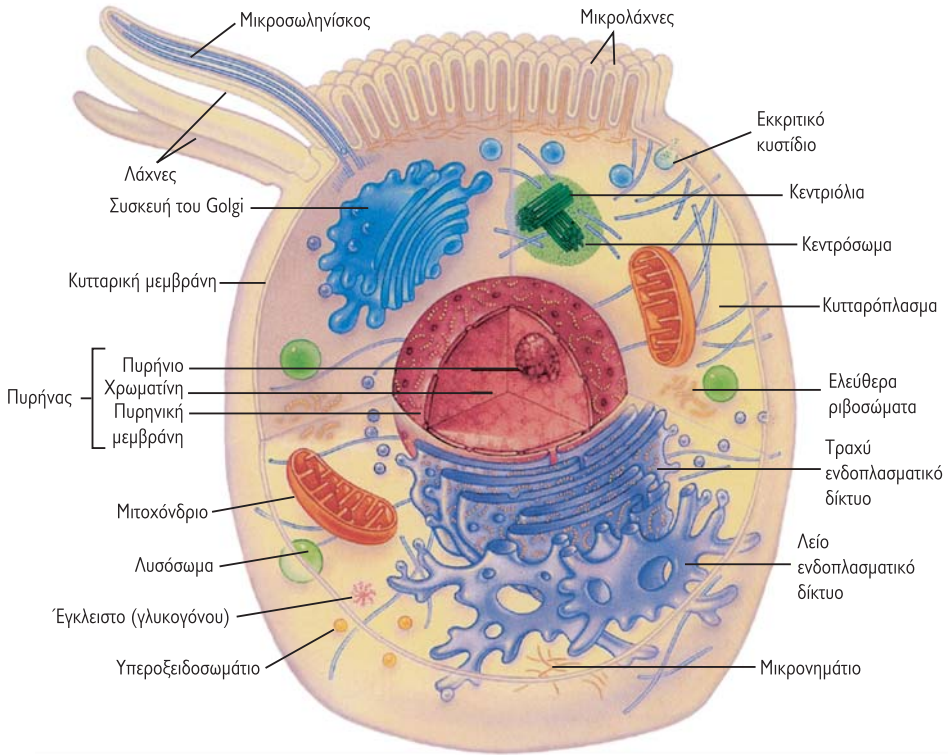
Τα *κύτταρα* που αποτελούν τους οικοδομικούς λίθους των ζωντανών οργανισμών θεωρούνται η απλούστερη λειτουργική και μορφολογική μονάδα της ζωής. Το κύτταρο είναι η μικρότερη μονάδα, που αν απομονωθεί διατηρεί τα βασικά χαρακτηριστικά που εμφανίζουν οι μορφές ζωής, είτε πρόκειται για μονοκύτταρους αυτοτελείς οργανισμούς (π.χ. πρωτόζωα), είτε για τα κύτταρα των πολυκύτταρων οργανισμών (π.χ. άνθρωπος). Τα κύτταρα εμφανίζουν διαφορετικό χρόνο ζωής. Έτσι ορισμένα κύτταρα, όπως είναι τα κοκκώδη λευκά αιμοσφαίρια ζουν μερικές μόνο μέρες, ενώ άλλα όπως είναι τα νευρικά κύτταρα ζουν όσο ζει ένας άνθρωπος. Στον άνθρωπο, που είναι πολυκύτταρος οργανισμός, τα κύτταρα έχουν χάσει την αυτοτελείά τους και εκτελούν εξειδικευμένες λειτουργίες, έτσι ώστε ο άνθρωπος οργανισμός να εμφανίζεται σαν ένα ενιαίο σύνολο που ελέγχεται και συγχρονίζεται από τη δράση του νευρικού συστήματος και των ενδοκρινών αδένων. Το κύτταρο συγκροτείται από οργανικές και ανόργανες χημικές ενώσεις, που δημιουργούν μεγαλομόρια που εμφανίζουν ορισμένες φυσικές και χημικές ιδιότητες, οι οποίες και το χαρακτηρίζουν (Εικ. 1).

Οι βασικές ιδιότητες του κυττάρου είναι η *αύξηση* και η *αναπαραγωγή*, η *ανταλλαγή της ύλης*, η *αναπνοή* και η *ικανότητα αντίδρασης* στα ερεθίσματα του άμεσου περιβάλλοντός τους. Εκτός από αυτές τις βασικές ιδιότητες, τα κύτταρα, ανάλογα με τη διαφοροποίησή τους, χαρακτηρίζονται και από ορισμένες ιδιότητες οι

οποίες προσδιορίζουν τη λειτουργία τους. Παράδειγμα αποτελεί η διεγερσιμότητα για τα νευρικά κύτταρα, η συσταλτότητα για τα μυικά κύτταρα και η έκκριση ουσιών για τα εκκριτικά κύτταρα.

Το ανθρώπινο σώμα έχει 100 τρις (!) περίπου κύτταρα που προέρχονται (με αλληπάλληλες μιτωτικές διαιρέσεις) από ένα και μόνο αρχικό κύτταρο, το *ζυγωτό*. Αν η μόνη διαδικασία που συνέβαινε κατά την εμβρυική ζωή ήταν η κυτταρική διαίρεση, τότε το τελικό αποτέλεσμα θα ήταν μια «μπάλα» από απαράλλακτα κύτταρα. Αλλά όπως προαναφέρθηκε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, τα κύτταρα *διαφοροποιούνται*, δηλαδή αποκτούν ιδιαίτερα μορφολογικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά που διαφέρουν σημαντικά από κύτταρο σε κύτταρο.

Το *μέγεθος* των κυττάρων κυμαίνεται από 4 έως 200 μ. Ως το μεγαλύτερο ανθρώπινο κύτταρο θεωρείται το *ωάριο* της γυναίκας που έχει διάμετρο 0,2 mm. Στα διαφοροποιημένα κύτταρα αναφέρεται ως παράδειγμα το μήνα ορισμένων αποφυάδων των νευρικών κυττάρων που ανέρχεται μέχρι και στο 1 μέτρο. Το *σχήμα* των κυττάρων ποικίλλει ανάλογα με το όργανο στο οποίο ανήκει· δηλαδή εξαρτάται από τη λειτουργία που επιτελεί. Κανονικά το σχήμα των κυττάρων θα έπρεπε να είναι σφαιρικό, εξαιτίας της επιφανειακής τάσης του κυτταροπλάσματος και εξαιτίας του γεγονότος ότι η ζώσα ύλη είναι ρευστή. Το σχήμα των κυττάρων εξαρτάται επίσης και από την πίεση που ασκούν τα παρακεί-



Εικ. 1. Κατασκευή του κυττάρου.

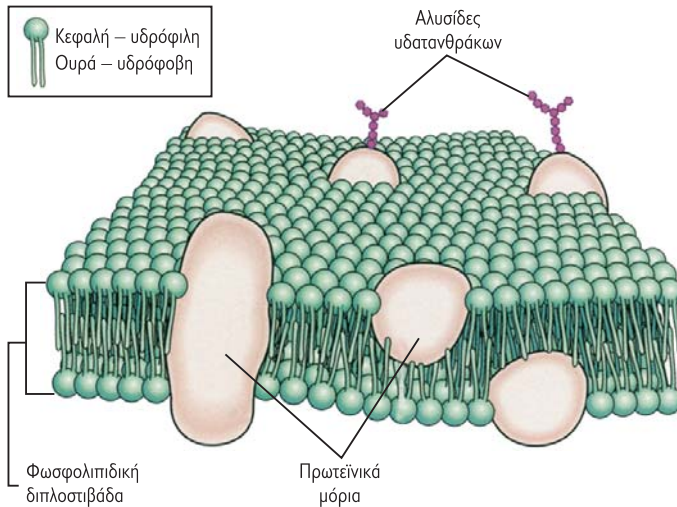
μενα κύτταρα, αλλά και από την ύπαρξη των μεσοκυττάρων ουσιών.

Το κύτταρο αποτελείται από το **κυτταρόπλασμα**, το οποίο περιβάλλεται από την **κυτταρική μεμβράνη** και τον **πυρήνα**, ο οποίος περιβάλλεται από την **πυρηνική μεμβράνη**.

Το κυτταρόπλασμα

Το **κυτταρόπλασμα** περιβάλλεται από την **κυτταρική μεμβράνη**, που συγκροτείται από πρωτεΐνη και λιπίδια (φωσφολιπίδια και χοληστερόλη). Τα λιπίδια σχηματίζουν μία διπλοστιβάδα, τη **λιπδιακή διπλοστιβάδα** (Εικ. 2). Τα λιπίδια αυτής της διπλοστιβάδας (κυρίως φωσφολιπίδια) είναι έτσι τοποθετημένα ώστε τα υδρόφοβα άκρα

τους να βρίσκονται το ένα δίπλα στο άλλο στο εσωτερικό μέρος της διπλοστιβάδας. Τα υδρόφοβα άκρα τους βρίσκονται στις δύο πλευρές της κυτταρικής μεμβράνης, προς το εσωτερικό και προς το εξωτερικό μέρος του κυττάρου. Οι πρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης διακρίνονται στις **δομικές πρωτεΐνες** που διαπερνούν όλο το πάχος της μεμβράνης και στις **περιφερικές πρωτεΐνες** που είναι προσκολλημένες στην επιφάνεια της μεμβράνης και δε φθάνουν στο εσωτερικό του κυττάρου (ένζυμα). Η κυτταρική μεμβράνη αυτή που μοιάζει με σάντουιτς είναι ημιδιαπερατή, αποτελεί δηλαδή έναν εκλεκτικό φραγμό διαμέσου του οποίου διενεργείται εκλεκτικά και διαρκώς ανταλλαγή ουσιών μεταξύ του κυτταροπλάσματος και του περιβάλλοντος.



Εικ. 2. Λιπιδική διπλοστιβάδα της κυτταρικής μεμβράνης.

Μέσα στο κυτταρόπλασμα που σχηματίζεται από το *υαλόπλασμα* ή *υαλίνη* (που είναι ουσία διαφανής και ομοιογενής) υπάρχουν ασταθή κυτταρικά στοιχεία που ονομάζονται *έγκλειστα* (κοκκία γλυκογόνου, λίπους ή χρωστικής) και *οργανίδια* που υπάρχουν σταθερά. Τα έγκλειστα αποτελούν εν μέρει τροφικό υλικό και εν μέρει υλικό εναποθήκευσης. Τα οργανίδια διακρίνονται: α) στο σύστημα ενδοκυττάρων μεμβρανών (μιτοχόνδρια, λυσοσώματα, λείο και τραχύ ενδοπλασματικό δίκτυο, συσκευή Golgi) και β) στο σύστημα των μη μεμβρανωδών οργανιδίων (ριβοσώματα, κεντριόλια, μικρονημάτια, μικροσωληνάρια).

Από τα παραπάνω οργανίδια ξεχωρίζουμε: 1) Τα **μιτοχόνδρια**, που είναι φορείς ενζύμων που δρουν ως ενδοκυττάριοι καταλύτες, συμμετέχοντας έτσι στις οξειδωτικές εξεργασίες του κυττάρου. Είναι σφαιρικοί ή ραβδοειδείς σχηματισμοί που περιβάλλονται από διπλή μεμβράνη. Στην εσωτερική μεμβράνη επικάθονται τα προαναφερθέντα ένζυμα. 2) Τα **λυσοσώματα**, που είναι μικροί σφαιροειδείς σχηματισμοί έχουν καταβο-

λική δράση, καθώς περιέχουν υδρολυτικά ένζυμα. 3) Το **ενδοπλασματικό δίκτυο**, που σχετίζεται με τις συνθετικές διεργασίες που επιτελούνται με ενζυμική δράση. Πρόκειται για ένα δίκτυο αγωγών (σωληνάρια και κυστίδια) ή για ένα συνεχές σύστημα μεμβρανών που διαπλέκονται μεταξύ τους καταλαμβάνοντας το μεγαλύτερο μέρος του κυτταροπλάσματος, το οποίο και διαμερισματοποιούν. Το δίκτυο αυτό διακρίνεται σε *λείο* και *τραχύ*. Το τραχύ ενδοπλασματικό δίκτυο παρουσιάζει στην επιφάνειά του τα *ριβοσώματα*. Στα τελευταία διενεργείται η σύνθεση των πρωτεϊνών. 4) Η **συσκευή του Golgi**, που έχει σχέση με την απορρόφηση και έκκριση ουσιών από το κύτταρο. Αποτελείται από ένα σύνολο επιμήκων κυστιδίων με παράλληλη διάταξη. Οι πρωτεΐνες που φθάνουν εδώ μέσω του ενδοπλασματικού δικτύου υφίστανται τελική επεξεργασία (κυρίως προσθήκη επιπλέον σακχάρων). 5) Τα **κεντριόλια**, που είναι συνήθως διπλά με σχήμα κυλινδρικό και έχουν την ικανότητα της διαίρεσης. Εντοπίζονται δίπλα από την πυρηνική μεμβράνη. 6) Ο **κυτταρικός σκελετός**. Εδώ υπάγονται: α) Τα *μι-*

κροϊνίδια (παίζουν ρόλο στην κυτταρική κίνηση), β) οι μικροσωληνίσκοι (παίζουν ρόλο στην κίνηση των χρωμοσωμάτων, στην κίνηση και αλλαγή μορφής του κυττάρου) και γ) τα ενδιάμεσα ινίδια (για τη διατήρηση της μορφής του κυττάρου και τη στήριξη των κυτταρικών οργανιδίων).

Ο πυρήνας του κυττάρου

Ο *πυρήνας του κυττάρου* που βρίσκεται συνήθως στο κέντρο του κυττάρου είναι σημαντικός για τη ζωή του κυττάρου. Φυσιολογικά τα κύτταρα περιέχουν έναν ή περισσότερους πυρήνες. Στα ερυθρά αιμοσφαίρια όμως και τα αιμοπετάλια δεν βρίσκονται πυρήνες (Εικ. 3).

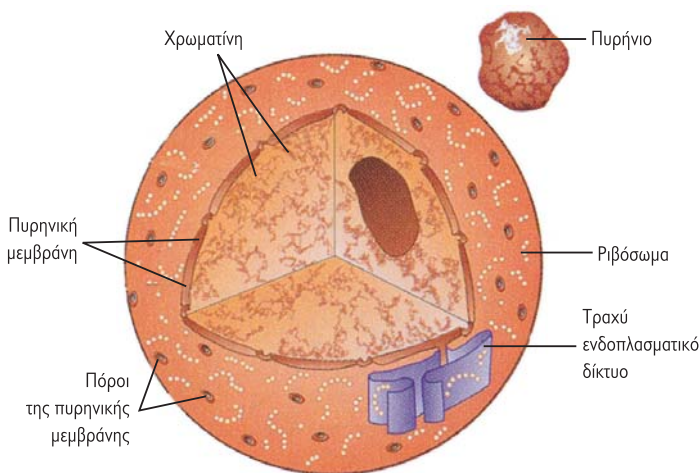
Το σχήμα του πυρήνα ποικίλλει ανάλογα με τη φύση και την ηλικία του ατόμου. Αποτελείται από μία διάμεση ουσία, το *πυρηνόπλασμα*, που χωρίζεται από το κυτταρόπλασμα με την *πυρηνική μεμβράνη*. Στην πυρηνική μεμβράνη που είναι διπλή στοιχειώδης μεμβράνη παρατηρούνται οπές, οι *πυρηνικοί πόροι*, που χρησιμεύουν για την είσοδο και την έξοδο ουσιών. Το πυρηνόπλασμα περιέχει νουκλεϊνικά οξέα, που στην κατάσταση ηρεμίας αποτελούν τη *χρωματίνη*. Η

χρωματίνη μεταφέρει το γενετικό υλικό από το οποίο σχηματίζονται στο διαιρούμενο πυρήνα τα *χρωματοσώματα*. Κατά τη μεσότητα συνήθως του πυρήνα βρίσκονται ένα ή περισσότερα σφαιρικά σωματίδια, τα *πυρήνια* ή *πυρηνίσκοι*, που αποτελούνται από πρωτεΐνες και μεγάλο ποσό ριβονουκλεϊκού οξέος (RNA).

Λειτουργίες του πυρήνα. Ο πυρήνας αποτελεί το κέντρο της ανταλλαγής της ύλης των πρωτεϊνών στο κύτταρο, για τη σύνθεση των οποίων είναι απαραίτητη η παρουσία των νουκλεϊνικών οξέων. Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει ο πυρήνας για την παραγωγή ενζύμων, όπως και για τις εκκριτικές λειτουργίες του κυττάρου. Τέλος, ο πυρήνας με τη χρωματίνη του παριστάνει το φορέα των κληρονομικών μεταβολών, συμμετέχοντας ενεργά στα φαινόμενα της κληρονομικότητας.

Οι ιδιότητες των κυττάρων

α) *Η λειτουργία της θρέψης.* Το κύτταρο για να μπορέσει να ζήσει λαμβάνει από το περιβάλλον θρεπτικές ύλες, οι οποίες είναι απαραίτητες για την αύξηση, τη συντήρηση και την ενεργητικό-



Εικ. 3. Λεπτομέρειες από την εσωτερική κατασκευή του πυρήνα.

τητά του, καθώς και για την επισκευή της φθοράς που υφίσταται. Ένα μέρος των υλών αποθηκεύονται ως αποθέματα που θα επιτρέψουν στο κύτταρο να επιζήσει αν οι εξωτερικές συνθήκες δεν είναι ευνοϊκές. Ένα άλλο μέρος των υλών χρησιμοποιείται άμεσα από το κύτταρο είτε για την αντικατάσταση φθαρμένων μερών του κυττάρου, είτε με τη μορφή ενέργειας (κίνηση κυττάρου, θερμότητα, ηλεκτρισμός, άμυνα). Η σύνθεση της ζωντανής ύλης από το κύτταρο λέγεται **αναβολισμός**. Επίσης, από την επεξεργασία των θρεπτικών συστατικών δημιουργούνται απορρίματα τα οποία το κύτταρο αποβάλλει στον εξωτερικό χώρο. Η αποσύνθεση αυτή της ζώσας ύλης του κυττάρου λέγεται **καταβολισμός**. Το σύνολο των αντιδράσεων και των μεταβολών που γίνονται μέσα στο κύτταρο λέγεται **κυτταρικός μεταβολισμός**.

β) **Η αναπνοή**. Η φθορά των τροφών μέσα στο κύτταρο διενεργείται επειδή υπάρχει οξυγόνο, που προκαλεί την καύση τους. Η κατανάλωση οξυγόνου από το κύτταρο λέγεται **κυτταρική αναπνοή**. Αν τα κύτταρα λαμβάνουν το οξυγόνο που χρειάζονται από το εξωτερικό περιβάλλον λέγονται **αερόβια**, ενώ αν το δημιουργούν μόνα τους με χημικές αντιδράσεις λέγονται **αναερόβια κύτταρα**.

γ) **Η αύξηση και η αναπαραγωγή**. Χάρη στο μεταβολισμό του το κύτταρο αυξάνεται από τη γέννησή του ως την ενηλικίωσή του. Κατά τη διάρκεια της ενηλικίωσης το κύτταρο θα διαιρεθεί και θα δημιουργηθούν δύο κύτταρα.

Ο πολλαπλασιασμός του κυττάρου γίνεται με κυτταρική διαίρεση, η οποία διακρίνεται σε **αμιτωτική διαίρεση**, που γίνεται με άμεση διχοτόμηση του κυττάρου και σε **μιτωτική ή έμμεση διαίρεση**.

Η **αμιτωτική (ή άμεση) διαίρεση** παρατηρείται στους μονοκύτταρους οργανισμούς. Κατ' αυτόν τον τρόπο διαίρεσης, το κυτταρόπλασμα και ο πυρήνας περισιφύγονται μέχρι αποχωρισμού

των δύο τμημάτων μεταξύ τους και έτσι προκύπτουν δύο νέα κύτταρα. Κατά τη διαίρεση αυτή δεν γίνεται ισότιμη κατανομή των στοιχείων του κυτταροπλάσματος και του πυρήνα.

Η **μιτωτική (ή έμμεση) διαίρεση** αποτελεί το μοναδικό τρόπο αναπαραγωγής των πολυκύτταρων οργανισμών και είναι μία σύνθετη διεργασία που καταλήγει στο σχηματισμό δύο όμοιων κυττάρων και μεταξύ τους και με το κύτταρο από το οποίο προήλθαν. Μ' αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η μεταβίβαση των κληρονομικών χαρακτηριστικών.

Η μιτωτική διαίρεση αρχίζει στον πυρήνα του κυττάρου με τη συνένωση των **κοκκίων της χρωματίνης** και τον σχηματισμό των **χρωματοσωμάτων**. Αυτά είναι μικρού μεγέθους μορφώματα με ποικίλο σχήμα και ο αριθμός τους είναι ακριβώς καθορισμένος για κάθε είδος ζώου ή φυτού. Στον άνθρωπο υπάρχουν 23 ζεύγη από όμοια χρωματοσώματα. Από αυτά τα 22 ζεύγη είναι όμοια, τόσο στον άνδρα όσο και στη γυναίκα και ονομάζονται **σωματικά χρωματοσώματα**. Το ένα ζεύγος είναι διαφορετικό στον άνδρα και διαφορετικό στη γυναίκα και ονομάζεται **φυλετικό**. Τα δύο φυλετικά χρωματοσώματα είναι όμοια και χαρακτηρίζονται ως X χρωματοσώματα. Στον άνδρα υπάρχει ένα X χρωματοσώμα και ένα μικρότερο, που χαρακτηρίζεται ως Y.

Κατά τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων, κάθε ένα χρωματοσώμα διαιρείται στη μέση και με τον τρόπο αυτόν προκύπτουν δύο χρωματοσώματα που είναι ακριβώς όμοια. Το ίδιο πράγμα γίνεται και με το κυτταρόπλασμα, και τελικά από ένα **μητρικό κύτταρο** δημιουργούνται δύο **θυγατρικά κύτταρα**, τα οποία είναι εντελώς όμοια μεταξύ τους. Στα χρωματοσώματα υπάρχουν θέσεις, οι οποίες ονομάζονται **γονίδια**. Τα γονίδια αποτελούν τους φορείς της κληρονομικότητας.

Η **μειωτική διαίρεση** είναι ιδιαίτερη περίπτωση μίτωσης και παρατηρείται στα **γεννητικά κύτταρα**. Σε αυτήν από ένα κύτταρο με 46 χρω-

ματοσώματα, προκύπτουν δύο με 23 χρωματοσώματα. Τα ώριμα γεννητικά κύτταρα και στα δύο φύλα, έχουν από 23 χρωματοσώματα το καθένα. Όταν ενωθούν κατά τη γονιμοποίηση ένα σπερματοζώαριο και ένα ωάριο, θα δημιουργηθεί ένα νέο κύτταρο, που θα έχει 46 χρωματοσώματα, το κάθε ζεύγος του οποίου θα αποτελείται από ένα χρωματοσώμα που προέρχεται από τη μητέρα και από ένα που προέρχεται από τον πατέρα. Όλα τα γεννητικά κύτταρα του θήλεος έχουν χρωματοσώματα X, ενώ του άρρενος τα μισά έχουν X χρωματοσώματα και τα υπόλοιπα Y. Όταν ένα σπερματοζώαριο X ενωθεί με ένα ωάριο X, τότε το νέο κύτταρο θα έχει χρωματοσώματα XX, οπότε το παιδί θα είναι θήλυ. Όταν ένα ωάριο X ενωθεί με ένα σπερματοζώαριο Y, τότε το νέο κύτταρο θα έχει χρωματοσώματα XY, οπότε το παιδί που θα προκύψει θα είναι άρρεν.

Στον πυρήνα που βρίσκεται σε δράση και μόνο στα θήλεα, κοντά στην πυρηνική μεμβράνη ή στο πυρήνιο βρίσκεται ένα ειδικό σωματίο που καλείται *χρωματίνη του φύλου*. Η χρωματίνη του φύλου φαίνεται εύκολα στα κοκκώδη λευ-

κά αιμοσφαίρια του αίματος, όπου παίρνει το σχήμα πλήκτρου τυμπάνου. Για να τεθεί η διάγνωση «θήλεος φύλου» πρέπει να φαίνονται τουλάχιστον 6 πλήκτρα τυμπάνου στα 500 κοκκώδη λευκά αιμοσφαίρια.

δ) *Η διεγερσιμότητα του κυττάρου*. Το κύτταρο αντιδρά με κινήσεις σε κάθε απότομη μεταβολή του περιβάλλοντος. Ο “ερεθισμός” αυτός του περιβάλλοντος μπορεί να είναι μηχανικός, θερμικός, χημικός ή να προέρχεται από φως. Οι κινήσεις αυτές του κυττάρου είναι καμιά φορά οι ίδιες για το συγκεκριμένο ερέθισμα και ονομάζονται *τροπισμός (ή ταυτισμός)*. Οι κινήσεις του κυττάρου μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής: *εξοίδηση* (διόγκωση του κυττάρου), *αμοιβαδισμός* (κίνηση «σαν να έρπει») και *σύσπαση* (βράχυνση των μυικών κυττάρων).

Οι μεταβολές του κυττάρου προ του θανάτου του αποκαλούνται *εκφύλιση*, ενώ ο θάνατός του επισυμβαίνει όταν ο *αναβολισμός του κυττάρου* περατωθεί οριστικά. Η εκφύλιση παρατηρείται φυσιολογικά κατά το γήρας, ενώ ο θάνατος μπορεί να συμβεί απότομα (από πήξη του κυτταροπλάσματος) ή προοδευτικά.