

2.2 ΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΜΕΜΒΡΑΝΗ: ΤΟ ΛΕΠΤΟ ΣΥΝΟΡΟ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΗΝ ΑΒΙΑ ΥΛΗ ΚΑΙ ΣΤΗ ΖΩΗ



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

1. Ποιο είναι το μοντέλο που δεχόμαστε σήμερα για τη δομή της πλασματικής μεμβράνης και τι προβλέπει;

Το μοντέλο που δεχόμαστε σήμερα για τη δομή της πλασματικής αλλά και κάθε άλλης στοιχειώδους μεμβράνης είναι αυτό του «**ρευστού μωσαϊκού**», που προτάθηκε από τους S. J. Singer και G. L. Nicolson («The fluid mosaic model of the structure of cell membranes») και δημοσιεύτηκε το 1972 στο έγκυρο επιστημονικό περιοδικό *Science* (Τόμος 175, σελ. 720-731). Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό οι κυτταρικές μεμβράνες είναι λιποπρωτεϊνικά στρώματα πάχους μόλις 8nm, τα οποία δομούνται κυρίως από μια διπλοστιβάδα φωσφολιπιδίων και πρωτεΐνες. Ανάμεσα στη διπλοστιβάδα των φωσφολιπιδίων παρεμβάλλονται στεροειδή, ενώ οι πρωτεΐνες είτε βρίσκονται στην επιφάνεια της μεμβράνης είτε βυθίζονται στο εσωτερικό της (διαμεμβρανικές πρωτεΐνες) σχηματίζοντας ένα είδος μωσαϊκού. Τα υδρόφιλα τμήματα των φωσφολιπιδίων κάθε στοιχειώδους μεμβράνης στρέφονται προς το ενδοκυτταρικό και προς το εξωκυτταρικό (αναφορικά με την πλασματική μεμβράνη) περιβάλλον, που είναι υδατικά. Αντίθετα, τα υδρόφοβα τμήματα, δηλαδή οι ουρές των φωσφολιπιδίων, στρέφονται προς το εσωτερικό της διπλοστιβάδας, σε μια προσπάθεια να αποφύγουν το νερό.

2. Πώς εξασφαλίζεται η «δυναμική σταθερότητα» μιας κυτταρικής μεμβράνης;

Οι έλξεις που αναπτύσσονται μεταξύ των υδρόφιλων τμημάτων της κυτταρικής μεμβράνης (π.χ. κεφαλές φωσφολιπιδίων) και των μορίων του νερού, καθώς και οι έλξεις των υδρόφοβων τμημάτων (π.χ. ουρές φωσφολιπιδίων) μεταξύ τους, προσδίδουν στη μεμβράνη σταθερότητα, χωρίς παράλληλα να την κάνουν στατική. Αυτό οφείλεται στη δυνατότητα που έχουν τα περισσότερα λιπίδια και αρκετές από τις πρωτεΐνες της μεμβράνης να ολισθαίνουν πλαγίως, αλλάζοντας θέση με γειτονικά τους μόρια. Γι' αυτόν ακριβώς το λόγο έχει δοθεί η ονομασία «ρευστό μωσαϊκό» στο μοντέλο που περιγράφει τη δομή της κυτταρικής μεμβράνης. Η διατήρηση της ρευστότητας των μεμβρανών έχει μεγάλη σημασία για τη λειτουργία τους.

3. Γιατί είναι σημαντική η διατήρηση της ρευστότητας των μεμβρανών και με ποιον τρόπο αυτή εξασφαλίζεται;

Η διατήρηση της ρευστότητας των μεμβρανών έχει μεγάλη σημασία για τη λειτουργία τους. Μεμβράνες που έχουν «στερεοποιηθεί» παύουν να είναι λειτουργικές, γιατί πολλές από τις πρωτεΐνες τους αδρανοποιούνται. Στη διατήρηση της ρευστότητας των μεμβρανών σημαντικό ρόλο παίζουν διάφορα μόρια που παρεμβάλλονται μεταξύ των φωσφολιπιδίων. Ένα τέτοιο μόριο είναι και η **χοληστερόλη**, που αποτελεί συστατικό των μεμβρανών των ζωικών κυττάρων. Το στεροειδές αυτό παρεμποδίζει τη συσσώμωση των φωσφολιπιδίων και συνεπώς τη στερεοποίηση της μεμβράνης, όταν η θερμοκρασία πέφτει, ενώ παράλληλα αυξάνει τη στερεοποίησή της όταν η θερμοκρασία ανεβαίνει.

4. Ποιος είναι σε γενικές γραμμές ο ρόλος των πρωτεϊνών της πλασματικής μεμβράνης;

Ορισμένες από τις πρωτεΐνες της πλασματικής μεμβράνης αποτελούν δομικά συστατικά της, ενώ άλλες έχουν λειτουργικό ρόλο. Ελέγχουν, για παράδειγμα, την είσοδο ή έξοδο ουσιών από το κύτταρο, δέχονται και μεταβιβάζουν στο εσωτερικό του κυττάρου μηνύματα από το περιβάλλον, συμμετέχουν στην αναγνώριση κυττάρων και στη σύνδεση μεταξύ τους για τη δημιουργία ιστών κ.ά.

5. Ποιες είναι οι λειτουργίες της πλασματικής μεμβράνης;

Οι λειτουργίες της πλασματικής μεμβράνης μεταξύ άλλων είναι:

- Η οριοθέτηση του κυττάρου.
- Ο έλεγχος του είδους των ουσιών που εισέρχονται ή εξέρχονται από το κύτταρο.
- Η υποδοχή και η ερμηνεία ενός πλήθους διαφορετικών μηνυμάτων από το περιβάλλον, τα οποία επηρεάζουν τη λειτουργία του κυττάρου.
- Η αναγνώριση κυττάρων μεταξύ τους.
- Η σύνδεση των κυττάρων μεταξύ τους για τη δημιουργία ιστών στους πολυκύτταρους οργανισμούς.

6. Ποιες θα ήταν οι συνέπειες για το κύτταρο αν η πλασματική μεμβράνη ήταν ένα αδιαπέραστο περίβλημα;

Αν η πλασματική μεμβράνη ήταν ένα αδιαπέραστο περίβλημα, τότε μεταξύ άλλων το κύτταρο θα ήταν ανίκανο:

- Να προσλάβει τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες.
- Να αποβάλει τα άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού του.
- Να εξαγάγει ουσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αλλού.

7. Γιατί η πλασματική μεμβράνη πρέπει να είναι εκλεκτικά διαπερατή;

Η πλασματική μεμβράνη πρέπει να είναι **εκλεκτικά διαπερατή** διότι, αν ήταν τελείως διαπερατή από κάθε χημική ουσία, τότε η χημική σύσταση του κυττάρου δε

θα μπορούσε να διατηρηθεί. Θα γινόταν εντελώς όμοια με τη χημική σύσταση του περιβάλλοντός του. Έτσι, το κύτταρο θα έχανε την υψηλή συγκέντρωση εκείνων των συστατικών που είναι απαραίτητα για την εκδήλωση του φαινομένου της ζωής. **Είναι λοιπόν φανερό ότι η δομή της πλασματικής μεμβράνης πρέπει να καθορίζει ποιες από τις διάφορες ουσίες θα τη διαπερνούν ευκολότερα και ποιες δυσκολότερα ή και καθόλου.**

8. Με ποιους τρόπους γίνεται η μεταφορά ουσιών μέσω της πλασματικής μεμβράνης; Ποιος από αυτούς γίνεται χωρίς κατανάλωση ενέργειας από το κύτταρο;

Η μεταφορά ουσιών μέσω της πλασματικής μεμβράνης γίνεται με τρεις τρόπους: α) την **παθητική μεταφορά**, β) την **ενεργητική μεταφορά** και γ) την **ενδοκύττωση** και **εξωκύττωση**.

Η παθητική μεταφορά γίνεται χωρίς κατανάλωση ενέργειας από το κύτταρο.

9. Τι εννοούμε με τον όρο «διάχυση» και πώς αυτή πραγματοποιείται μέσω της πλασματικής μεμβράνης;

Ως «**διάχυση**» χαρακτηρίζουμε την τάση των μορίων μιας ουσίας να διασπείρονται από τις περιοχές υψηλότερης συγκέντρωσης προς τις περιοχές χαμηλότερης συγκέντρωσης. Η τάση αυτή εκδηλώνεται με αντίστοιχη «καθαρή» μετακίνηση μορίων. Αυτό σημαίνει ότι μετακίνηση γίνεται και προς τις δύο κατευθύνσεις αλλά με μεγαλύτερο ρυθμό από την περιοχή υψηλής προς την περιοχή χαμηλής συγκέντρωσης. Κάποια στιγμή οι συγκεντρώσεις εξισώνονται, όμως η μετακίνηση των μορίων δε σταματά αλλά γίνεται με τον ίδιο ρυθμό και προς τις δύο κατευθύνσεις.

Η πλασματική μεμβράνη αποτελεί το όριο ανάμεσα στο κυτταρόπλασμα και στο εξωκυτταρικό περιβάλλον. Έτσι, τα μόρια συγκεκριμένων ουσιών που διαπερνούν σχετικά εύκολα την πλασματική μεμβράνη μετακινούνται παθητικά και προς τις δύο κατευθύνσεις αλλά με μεγαλύτερο ρυθμό από την περιοχή υψηλής προς την περιοχή χαμηλής συγκέντρωσης (διάχυση). Για παράδειγμα, η διαφορά συγκέντρωσης του οξυγόνου ανάμεσα στο εξωκυτταρικό (υψηλή) και στο ενδοκυτταρικό περιβάλλον (χαμηλή, γιατί καταναλώνεται κατά τις βιολογικές οξειδώσεις) οδηγεί τα μόρια του οξυγόνου στο εσωτερικό του κυττάρου. Αντίθετα, η υψηλή συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στο εσωτερικό του κυττάρου (παράγεται συνεχώς κατά τις βιολογικές οξειδώσεις) το οδηγεί έξω από αυτό, όπου η συγκέντρωση είναι χαμηλότερη.

10. Τι είναι η «ώσμωση» και πώς πραγματοποιείται μέσω της πλασματικής μεμβράνης;

Ο όρος «**ώσμωση**» αναφέρεται στην περίπτωση **διάχυσης μορίων νερού μέσω μιας ημιπερατής μεμβράνης**. Η τελευταία είναι πάντα διαπερατή για το νερό όχι όμως το ίδιο διαπερατή για ουσίες που είναι διαλυμένες ή διασπαρμένες σ' αυτό. Για μερικές μάλιστα ουσίες μπορεί να είναι και αδιαπέραστη.

Η ώσμωση είναι ιδιαίτερα σημαντική διαδικασία για τη ζωή και τη λειτουργικότητα του κυττάρου, γιατί η πλασματική μεμβράνη, ενώ επιτρέπει τη διέλευση μορίων νερού, περιορίζει ή εμποδίζει ολοκληρωτικά τη διέλευση ουσιών που το μέγεθός

τους είναι μεγαλύτερο από κάποιο όριο ή είναι λιπόφωβες. Έτσι, όταν η ενδοκυτταρική συγκέντρωση μιας ουσίας που δε διαχέεται μέσω της πλασματικής μεμβράνης είναι μεγαλύτερη από την εξωκυτταρική, για να επέλθει ισορροπία, εισέρχεται νερό στο κύτταρο από το εξωκυτταρικό περιβάλλον. Στην αντίθετη περίπτωση, όταν η ενδοκυτταρική συγκέντρωση μιας ουσίας είναι μικρότερη από την εξωκυτταρική, εξέρχεται νερό από το κύτταρο.

11. Πότε ένα υδατικό διάλυμα χαρακτηρίζεται α) ισότονο, β) υπέρτονο, γ) υπότονο, ως προς κάποιο συγκεκριμένο είδος κυττάρου; Ποια γεγονότα συνοδεύουν την εκτεταμένη παραμονή i) ζωικών και ii) φυτικών κυττάρων σε υπέρτονο διάλυμα;

- **Ισότονο**, για κάποιο είδος κυττάρων, χαρακτηρίζεται το διάλυμα που δεν προκαλεί ωσμωτικά φαινόμενα στα συγκεκριμένα κύτταρα.
- **Υπέρτονο**, για κάποιο είδος κυττάρων, χαρακτηρίζεται το διάλυμα στο οποίο, αν τοποθετηθούν τα συγκεκριμένα κύτταρα, παρατηρείται έξοδος νερού από αυτά.
- **Υπότονο**, για κάποιο είδος κυττάρων, χαρακτηρίζεται το διάλυμα στο οποίο, αν τοποθετηθούν τα συγκεκριμένα κύτταρα, παρατηρείται είσοδος νερού προς αυτά.

Η εκτεταμένη παραμονή ζωικών κυττάρων σε υπέρτονο διάλυμα έχει ως αποτέλεσμα την έξοδο νερού από τα κύτταρα, η οποία συνοδεύεται από δραστική μείωση του όγκου τους, καθώς και αλλαγή στη μορφή και το σχήμα τους. Η αντίστοιχη έξοδος νερού στα φυτικά κύτταρα συνοδεύεται από συρρίκνωση του πρωτοπλάσματος, με συνέπεια τη μείωση της πίεσης που εξασκείται από αυτό προς το κυτταρικό τοίχωμα που το περιβάλλει. Το υπέρτονο διάλυμα εισχωρεί ανάμεσα στο διαπερατό κυτταρικό τοίχωμα και το ημιπερατό πλασμαλήμμα (πλασματική μεμβράνη φυτικού κυττάρου) και παράλληλα γίνεται σταδιακή αποκόλληση του πρωτοπλάσματος από το κυτταρικό τοίχωμα. Αυτό το φαινόμενο χαρακτηρίζεται ως **πλασμόλυση**.

12. Τι είναι η ενεργητική μεταφορά ουσιών μέσω της πλασματικής μεμβράνης. Σε τι εξυπηρετεί ο μηχανισμός αυτός και τι προϋποθέτει η πραγματοποίησή του;

Οι ουσίες, που δεν μπορούν να μεταφερθούν με διάχυση μέσω της πλασματικής μεμβράνης, μεταφέρονται με ενεργητική μεταφορά. Καθοριστικό ρόλο στο μηχανισμό της ενεργητικής μεταφοράς ουσιών παίζουν συγκεκριμένες πρωτεΐνες της πλασματικής μεμβράνης. Για το μηχανισμό αυτό απαιτείται κατανάλωση ενέργειας και είναι δυνατόν να μεταφερθούν μικρομοριακές ουσίες από περιοχές με μικρότερη συγκέντρωση σε περιοχές με μεγαλύτερη.

Αν η μεταφορά ουσιών μέσω της κυτταρικής μεμβράνης γινόταν μόνο παθητικά, τα κύτταρα, αργά ή γρήγορα, θα αποκτούσαν στο εσωτερικό τους τις ίδιες συγκεντρώσεις ουσιών με το εξωκυτταρικό περιβάλλον. Αυτό όμως δε συμβαίνει, χάρη στην εκλεκτική διαπερατότητα της πλασματικής μεμβράνης. Αν η πλασματική μεμβράνη ήταν το ίδιο διαπερατή από κάθε χημική ουσία, τότε η χημική σύσταση του κυττάρου δε θα μπορούσε να διατηρηθεί. Θα γινόταν εντελώς όμοια με τη χημική σύσταση του περιβάλλοντός του. Έτσι, το κύτταρο θα έχανε την υψηλή συγκέντρωση εκκείνων των συστατικών που είναι απαραίτητα για την εκδήλωση του φαινομένου της ζωής. Η χαρακτηριστική δομή της πλασματικής μεμβράνης κάθε είδους κυττά-

ρου καθορίζει ποιες από τις διάφορες ουσίες θα τη διαπερνούν ευκολότερα και ποιες δυσκολότερα ή και καθόλου.

13. Τι είναι και πώς λειτουργεί μια αντλία ιόντων K^+-Na^+ ;

Στα περισσότερα κύτταρα οι ενδοκυτταρικές συγκεντρώσεις ορισμένων ιόντων διαφέρουν από τις εξωκυτταρικές. Στον παρακάτω πίνακα δίνονται (σε mM) οι συγκεντρώσεις ορισμένων ιόντων στο ενδοκυτταρικό και εξωκυτταρικό περιβάλλον ενός τυπικού κυττάρου θηλαστικού.

Ιόντα	Ενδοκυτταρική συγκέντρωση	Εξωκυτταρική συγκέντρωση
Na^+	5-15	145
K^+	140	5
Mg^{2+}	0,5	1-2
Ca^{2+}	10^{-4}	1-2
H^+	8×10^{-5} (pH 7,1)	4×10^{-5} (pH 7,4)
Cl^-	5-15	110

Ειδικότερα στα κύτταρα του ανθρώπου η ενδοκυτταρική συγκέντρωση των ιόντων K^+ είναι 35 φορές μεγαλύτερη από την εξωκυτταρική και η ενδοκυτταρική συγκέντρωση των ιόντων Na^+ είναι περίπου 10 φορές μικρότερη από την εξωκυτταρική. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ένας μηχανισμός μεταφοράς, ο οποίος, αντί να μεταφέρει ιόντα από την περιοχή υψηλής συγκέντρωσης προς την περιοχή χαμηλής συγκέντρωσης, τα μεταφέρει αντίθετα. Η μεταφορά αυτή δε γίνεται παθητικά με διάχυση, αλλά προϋποθέτει την κατανάλωση ενέργειας. Είναι δηλαδή ένας μηχανισμός ενεργητικής μεταφοράς ιόντων.

Ο μηχανισμός που αφορά τα παραπάνω ιόντα χαρακτηρίζεται ως αντλία ιόντων K^+-Na^+ . Το ρόλο της αντλίας τον παίζει μια διαμεμβρανική πρωτεΐνη, η οποία στην εξωκυττάρια πλευρά της διαθέτει μια περιοχή δέσμευσης ιόντων K^+ , ενώ στην εσωκυττάρια πλευρά της διαθέτει μια περιοχή δέσμευσης ιόντων Na^+ . Η αντλία αυτή υπάρχει σε όλα τα ζωικά κύτταρα, ενώ παίζει σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των νευρικών κυττάρων. Ο μηχανισμός λειτουργίας της αντλίας K^+-Na^+ περιλαμβάνει τις εξής 4 φάσεις:

Πρώτη φάση: Τρία Na^+ συνδέονται με την πρωτεΐνη στην εσωκυτταρική της πλευρά.

Δεύτερη φάση: Η διαμεμβρανική πρωτεΐνη αλλάζει στερεοδιάταξη με κατανάλωση ενέργειας που προσφέρεται από τη διάσπαση της τριφωσφορικής αδενοσίνης (ATP). Στη νέα μορφή της, η πρωτεΐνη έχει ανοίξει προς τα έξω και οι περιοχές σύνδεσής της με τα δύο είδη ιόντων έχουν μεταβληθεί. Η περιοχή σύνδεσης με τα Na^+ δεν ταιριάζει πια με αυτά. Αντίθετα, στην εξωκυττάρια πλευρά της πρωτεΐνης η περιοχή σύνδεσης με τα K^+ διαμορφώνεται έτσι ώστε να ταιριάζει μαζί τους.

Τρίτη φάση: Η πρωτεΐνη συνδέεται με 2 εξωκυτταρικά K^+ και ταυτόχρονα απελευθερώνει τα 3 Na^+ στο εξωκυττάριο περιβάλλον.

Τέταρτη φάση: Η πρωτεΐνη επανέρχεται στην αρχική της στερεοδιάταξη, ελευθερώνει τα 2 K^+ στο εσωτερικό του κυττάρου και είναι πάλι ικανή να συνδεθεί εκ νέου με 3 Na^+ και να επαναλάβει τον παραπάνω κύκλο, χάρη στον οποίο για κάθε 3 Na^+ που εξέρχονται, εισέρχονται 2 K^+ .

Έχει διαπιστωθεί ότι στα κύτταρα εκτός από την αντλία K^+-Na^+ , υπάρχουν και άλλοι μηχανισμοί ενεργητικής μεταφοράς ουσιών. Κοινό χαρακτηριστικό των μηχανισμών αυτών είναι η κατανάλωση ενέργειας και ότι σε όλους καθοριστικό ρόλο παίζουν συγκεκριμένες διαμεμβρανικές πρωτεΐνες.

14. Τι είναι η ενδοκύττωση και ποια στάδια περιλαμβάνει; Ποιος τύπος ενδοκύτωσης ονομάζεται φαγοκυττάρωση;

Οι διαμεμβρανικές πρωτεΐνες που συμβάλλουν στη μεταφορά μικρών πολικών (λιπόφοβων) μορίων μέσω της πλασματικής μεμβράνης δεν μπορούν να μεταφέρουν μακρομόρια όπως πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες ή πολυνουκλεοτίδια. Η είσοδος τέτοιων μορίων αλλά και μικροοργανισμών γίνεται με μια διαδικασία που ονομάζεται **ενδοκύττωση** και διακρίνεται στην **κυτταροποσία** (pinocytosis) και στην **κυτταροφαγία** ή **φαγοκυττάρωση** (phagocytosis). Και οι δύο αυτοί βασικοί τύποι ενδοκύτωσης περιλαμβάνουν τα ακόλουθα στάδια:

- (α) Η μεγαλομοριακή ουσία περικλείεται στο εσωτερικό μιας εγκόλπωσης της κυτταρικής μεμβράνης, που δημιουργείται από προσωρινές προεκβολές του κυτταροπλάσματος.
- (β) Τα άκρα των κυτταροπλασματικών προεκβολών ενώνονται, με αποτέλεσμα το σχηματισμό ενός κυστιδίου, που περιέχει την εισαγόμενη ουσία.
- (γ) Η πλασματική μεμβράνη περισφίγγεται στο σημείο που έχει δημιουργηθεί το κυστίδιο, οπότε αυτό αποκόπτεται και απελευθερώνεται στο κυτταρόπλασμα.

Η διάκριση ανάμεσα στους δύο βασικούς τύπους ενδοκύτωσης γίνεται με κριτήριο το μέγεθος του σχηματιζόμενου κυστιδίου μέσα στο οποίο περικλείεται το εισερχόμενο σωματίδιο. Συγκεκριμένα, στην **κυτταροποσία** η διάμετρος του σχηματιζόμενου κυστιδίου δεν ξεπερνά τα 150 nm. Αντίθετα, με τη **φαγοκυττάρωση** γίνεται πρόσληψη μεγαλύτερων σωματιδίων, ακόμα και κυττάρων. Στην περίπτωση αυτή σχηματίζονται μεγαλύτερες και ορατές με το οπτικό μικροσκόπιο κυτταροπλασματικές προεξοχές, τα **ψευδοπόδια**. Η διάμετρος δε ενός φαγοκυτταρικού κυστιδίου ξεπερνά τα 250 nm.

Το φαινόμενο της ενδοκύτωσης μικροοργανισμών (φαγοκυττάρωση) παρατηρείται σε μονοκύτταρους οργανισμούς και εξυπηρετεί τη θρέψη τους, αλλά και σε κύτταρα πολυκύτταρων οργανισμών, όπως του ανθρώπου, ως αμυντικός μηχανισμός (λευκά αιμοσφαίρια του αίματος).

15. Τι είναι η εξωκύττωση και ποια στάδια περιλαμβάνει;

Η **εξωκύττωση** είναι, όπως και η ενδοκύττωση, ένας μηχανισμός μεταφοράς ουσιών μέσω της πλασματικής μεμβράνης, ακολουθεί όμως αντίστροφη πορεία. Με τη διαδικασία αυτή τα κύτταρα απομακρύνουν άπεπτα υπολείμματα των τροφών ή ουσίες

που έχουν παραχθεί σ' αυτά και πρέπει να μεταφερθούν αλλού (διάφορες ορμόνες, πρωτεΐνες, υδατάνθρακες κ.ά.). Η ουσία που πρόκειται να αποβληθεί κλείνεται σε ένα κυστίδιο, το οποίο προσεγγίζει την εσωκυτταρική πλευρά της πλασματικής μεμβράνης. Στη συνέχεια ακολουθεί σύντηξη της μεμβράνης του κυστιδίου με την πλασματική μεμβράνη, δημιουργία ανοίγματος και απελευθέρωση της ουσίας προς το εξωκυτταρικό περιβάλλον.

16. Τι επιτυγχάνεται με τη διαρκή ανταλλαγή μηνυμάτων ανάμεσα στα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού και στο περιβάλλον τους;

Τα κύτταρα δε ζουν απομονωμένα από το περιβάλλον τους ούτε το αντιμετωπίζουν απλώς ως χώρο από τον οποίο εφοδιάζονται χρήσιμες ουσίες ή αποβάλλουν άχρηστα προϊόντα του μεταβολισμού. Αντίθετα, ανάμεσα στα κύτταρα και στο περιβάλλον τους αναπτύσσεται μια διαρκής ανταλλαγή μηνυμάτων. Για τα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού αυτή η ανταλλαγή μηνυμάτων έχει ιδιαίτερη σημασία, αφού χάρη σ' αυτή μεταξύ άλλων επιτυγχάνονται:

- **Η αναγνώριση των κυττάρων μεταξύ τους.** Αν αναγνωρίζονται ως κύτταρα ίδιου τύπου, συνδέονται και συνιστούν ιστούς. Αν αναγνωρίζονται ως ξένα, στο επίπεδο του οργανισμού, κινητοποιούνται μηχανισμοί απόρριψης ή εξόντωσης του ξένου κυττάρου.
- **Ο συντονισμός της δράσης των κυττάρων.** Με τον τρόπο αυτό, ο ιστός ή το όργανο στο οποίο ανήκουν εμφανίζει ενιαία λειτουργία.
- **Η τροποποίηση της λειτουργίας των κυττάρων.** Με τον τρόπο αυτό εξυπηρετούνται σε κάθε περίπτωση οι ανάγκες του οργανισμού παρά τις όποιες μεταβολές του περιβάλλοντος.

17. Πώς συμβάλλει η πλασματική μεμβράνη στην αναγνώριση και τη σύνδεση των κυττάρων μεταξύ τους;

Πολλές από τις πρωτεΐνες και τα λιπίδια της πλασματικής μεμβράνης συνδέονται με σάκχαρα και συνθέτουν αντίστοιχα γλυκοπρωτεΐνες και γλυκολιπίδια. Το είδος των σακχάρων που βρίσκονται συνδεδεμένα με πρωτεΐνες στην κυτταρική μεμβράνη διαφέρει σε οργανισμούς διαφορετικού είδους αλλά και σε κύτταρα του ίδιου οργανισμού που ανήκουν σε διαφορετικούς ιστούς. Η ποικιλία αυτών των μορίων είναι μεγάλη και ο ρόλος τους στη ζωή των κυττάρων σημαντικός. Μπορούν, για παράδειγμα, να αναγνωρίζουν αντίστοιχα μόρια στην επιφάνεια άλλων κυττάρων. Σε έναν πολυκύτταρο οργανισμό, η αναγνώριση μεταξύ των κυττάρων με τους ίδιους υποδοχείς αποτελεί πρωταρχικό βήμα για τη δημιουργία ιστών και κατ' επέκταση οργάνων.

18. Με ποιο τρόπο τα κύτταρα δέχονται και ερμηνεύουν ένα πλήθος διαφορετικών μηνυμάτων, που επηρεάζουν τη λειτουργία τους, χωρίς να χρειάζεται οι ουσίες-μηνύματα να διαπερνούν την πλασματική τους μεμβράνη;

Η αρμονική συνεργασία μεταξύ των κυττάρων ενός πολυκύτταρου οργανισμού επιτυγχάνεται χάρη στην ανταλλαγή μηνυμάτων. Τα μηνύματα αυτά είναι χημικές ου-

σίες που κυκλοφορούν στους μεσοκυττάρους χώρους ολόκληρου του οργανισμού. Τα κύτταρα-στόχοι αυτών των μηνυμάτων, και μόνο αυτά, θα πρέπει να μπορούν να τα δεχτούν και να αντιδράσουν ανάλογα. Κάποιες από τις γλυκοπρωτεΐνες της κυτταρικής μεμβράνης μπορούν να παίζουν το ρόλο υποδοχέα γι' αυτές τις ουσίες. Αυτό προϋποθέτει χημική συγγένεια μεταξύ της ουσίας-μηνύματος και του υποδοχέα. Αν ένα κύτταρο διαθέτει τον ειδικό υποδοχέα για μια ορμόνη, τότε αυτή συνδέεται μαζί του. Από τη σύνδεση ορμόνης-υποδοχέα ενεργοποιείται συγκεκριμένος κάθε φορά εσωτερικός μηχανισμός του κυττάρου, ο οποίος τροποποιεί ανάλογα την κυτταρική λειτουργία. Αν δεν υπάρχει υποδοχέας, τότε το κύτταρο μένει ανεπηρέαστο από τη δράση της συγκεκριμένης ορμόνης. Με τον τρόπο αυτό τα κύτταρα δέχονται και ερμηνεύουν ένα πλήθος διαφορετικών μηνυμάτων, που επηρεάζουν τη λειτουργία τους χωρίς να χρειάζεται οι ουσίες-μηνύματα να διαπερνούν την πλασματική μεμβράνη τους.



ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΤΕ ΤΑ ΚΕΝΑ

Η πλασματική μεμβράνη αλλά και κάθε _____¹ μεμβράνη είναι μια _____² και όχι στατική δομή, που αποτελείται από πρωτεΐνες και λιπίδια, κυρίως φωσφολιπίδια. Τα φωσφολιπίδια σχηματίζουν μια διπλοστιβάδα με τις υδρόφοβες ομάδες προς το _____³ και τις υδρόφιλες προς το _____⁴ της μεμβράνης. Από τις πρωτεΐνες της μεμβράνης, άλλες αποτελούν δομικά συστατικά και άλλες έχουν _____⁵ ρόλο. Οι βασικές λειτουργίες της πλασματικής μεμβράνης είναι:

α) Ο έλεγχος του είδους των ουσιών που εισέρχονται ή εξέρχονται από το κύτταρο.

Η μεταφορά ουσιών μέσω της πλασματικής μεμβράνης γίνεται με παθητική μεταφορά, ενεργητική μεταφορά, ενδοκύττωση και εξωκύττωση. Η παθητική μεταφορά γίνεται με _____⁶ χωρίς την κατανάλωση ενέργειας. Αντίθετα η ενεργητική μεταφορά προϋποθέτει την κατανάλωση ενέργειας και καθοριστικό ρόλο παίζουν συγκεκριμένες _____⁷ της μεμβράνης. Η εισαγωγή στα κύτταρα μακρομορίων αλλά και μικροοργανισμών γίνεται με _____⁸. Ένας τύπος ενδοκύττωσης είναι η _____⁹. Η _____¹⁰ αποτελεί την αντίστροφη διαδικασία της ενδοκύττωσης.

β) Η αναγνώριση κυττάρων και η σύνδεση μεταξύ τους για τη δημιουργία ιστών.

Πολλές από τις πρωτεΐνες και τα λιπίδια της πλασματικής μεμβράνης συνδέονται με _____¹¹ και συνθέτουν αντίστοιχα _____¹² και _____¹³ χαρακτηριστικά για κάθε είδος κυττάρου. Η _____¹⁴ αυτών των μορίων είναι μεγάλη και ο ρόλος τους στη ζωή των κυττάρων σημαντικός, αφού μπορούν να αναγνωρίζουν αντίστοιχα μόρια στην _____¹⁵ άλλων κυττάρων. Σε έναν πολυκύτταρο οργανισμό, η αναγνώριση μεταξύ των κυττάρων με τους ίδιους υποδοχείς αποτελεί πρωταρχικό βήμα για τη δημιουργία _____¹⁶.

γ) Η υποδοχή και ερμηνεία μηνυμάτων από το περιβάλλον του κυττάρου.

Τα μηνύματα είναι χημικές ουσίες που κυκλοφορούν στους _____¹⁷ χώ-

ρους ολόκληρου του οργανισμού. Κάποιες από τις _____¹⁸ της κυτταρικής μεμβράνης των κυττάρων-στόχων μπορούν να παίζουν το ρόλο _____¹⁹ αυτών των μηνυμάτων. Αυτό προϋποθέτει χημική _____²⁰ μεταξύ της ουσίας-μηνύματος και του υποδοχέα. Αν ένα κύτταρο διαθέτει τον ειδικό υποδοχέα για μια ορμόνη, τότε αυτή συνδέεται μαζί του. Από τη σύνδεση ορμόνης-υποδοχέα ενεργοποιείται συγκεκριμένος κάθε φορά εσωτερικός μηχανισμός του κυττάρου, ο οποίος τροποποιεί ανάλογα την κυτταρική λειτουργία. Αν δεν υπάρχει υποδοχέας, τότε το κύτταρο μένει ανεπηρέαστο από τη δράση της συγκεκριμένης ορμόνης.



ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

1. Οι λειτουργίες των κυτταρικών μεμβρανών απορρέουν από:

- α. τις πρωτεΐνες τους
- β. τα φωσφολιπίδιά τους
- γ. τη δομή τους
- δ. τη χοληστερόλη τους

2. Οι μεμβράνες του κυττάρου αποτελούνται κυρίως από:

- α. φωσφολιπίδια και υδατάνθρακες
- β. φωσφολιπίδια, πρωτεΐνες και υδατάνθρακες
- γ. φωσφολιπίδια και στεροειδή
- δ. φωσφολιπίδια, πρωτεΐνες και στεροειδή

3. Σε μια στοιχειώδη μεμβράνη οι πρωτεΐνες βρίσκονται:

- α. βυθισμένες στο εσωτερικό της και στην επιφάνειά της
- β. βυθισμένες στο εσωτερικό της
- γ. στην εσωτερική επιφάνειά της
- δ. στην εξωτερική επιφάνειά της

4. Τα υδρόφιλα τμήματα των λιπιδίων της πλασματικής μεμβράνης στρέφονται προς:

- α. το εξωκυττάριο περιβάλλον
- β. το ενδοκυττάριο περιβάλλον
- γ. το εξωκυττάριο και το ενδοκυττάριο περιβάλλον
- δ. το εσωτερικό της μεμβράνης

5. Τα υδρόφοβα τμήματα των λιπιδίων της πλασματικής μεμβράνης στρέφονται προς:

- α. το εξωκυττάριο περιβάλλον
- β. το ενδοκυττάριο περιβάλλον
- γ. το εξωκυττάριο και το ενδοκυττάριο περιβάλλον
- δ. το εσωτερικό της μεμβράνης

6. Η ονομασία «ρευστό μωσαϊκό» για την πλασματική μεμβράνη αποδίδει τη δυνατότητα να ολισθαίνουν πλαγίως:

- α. οι πρωτεΐνες της
- β. τα περισσότερα λιπίδιά της και αρκετές από τις πρωτεΐνες της
- γ. τα λιπίδια και οι πρωτεΐνες της
- δ. τα λιπίδιά της

7. Στη διατήρηση της ρευστότητας των μεμβρανών σημαντικό ρόλο παίζουν τα μόρια:

- α. χοληστερόλης
- β. γλυκολιπιδίων
- γ. φωσφολιπιδίων
- δ. πρωτεϊνών

8. Ο ρόλος της χοληστερόλης στην πλασματική μεμβράνη είναι:

- α. να αυξάνει τη ρευστότητά της
- β. να εμποδίζει ή να αυξάνει τη στερεοποίησή της όταν ελαττώνεται ή αυξάνεται η θερμοκρασία αντίστοιχα
- γ. να εμποδίζει ή να αυξάνει τη στερεοποίησή της όταν αυξάνεται ή ελαττώνεται η θερμοκρασία αντίστοιχα
- δ. να ελαττώνει τη στερεοποίησή της

9. Ο ρόλος των πρωτεϊνών της μεμβράνης είναι:

- α. μόνο δομικός
- β. μόνο λειτουργικός
- γ. αποταμιευτικός
- δ. δομικός και λειτουργικός

10. Η πλασματική μεμβράνη, ως προς τις χημικές ουσίες που μεταφέρονται μέσω αυτής, είναι:

- α. όλα τα παρακάτω
- β. εκλεκτικά διαπερατή
- γ. αδιαπέραστη
- δ. τελείως διαπερατή

11. Οι κύριοι τύποι μεταφοράς ουσιών μέσω της πλασματικής μεμβράνης είναι:

- α. η παθητική μεταφορά και η ενεργητική μεταφορά
- β. η διάχυση, η ενεργητική μεταφορά και η ενδοκύττωση
- γ. η παθητική μεταφορά, η ενεργητική μεταφορά και η ενδοκύττωση και εξωκύττωση
- δ. η ώσμωση, η ενεργητική μεταφορά και η ενδοκύττωση και εξωκύττωση

12. Το CO₂ μπορεί να κινηθεί και από το εξωκυττάριο περιβάλλον στο ενδοκυττάριο με διάχυση όταν:

- α. η συγκέντρωσή του είναι υψηλότερη στο εξωκυττάριο περιβάλλον
- β. η συγκέντρωσή του είναι χαμηλότερη στο εξωκυττάριο περιβάλλον
- γ. η συγκέντρωσή του είναι ίδια τόσο στο εξωκυττάριο όσο και στο ενδοκυττάριο περιβάλλον
- δ. τίποτα από τα παραπάνω

13. Όταν ένα κύτταρο βρεθεί σε υπότονο διάλυμα, τα μόρια του νερού:

- α. θα κινηθούν προς τον εξωκυτταρικό χώρο
- β. θα κινηθούν προς τον ενδοκυτταρικό χώρο
- γ. δε θα μετακινηθούν
- δ. θα μετακινηθούν με ενεργητική μεταφορά

14. Κατά την ενεργητική μεταφορά ουσιών μέσω της πλασματικής μεμβράνης μεταφέρονται ουσίες:

- α. από περιοχές μικρότερης συγκέντρωσης σε περιοχές μεγαλύτερης
- β. από περιοχές μεγαλύτερης συγκέντρωσης σε μικρότερης
- γ. από το ενδοκυττάριο περιβάλλον στο εξωκυττάριο
- δ. από το εξωκυττάριο περιβάλλον στο ενδοκυττάριο

15. Στα ζωικά κύτταρα ο μηχανισμός που χαρακτηρίζεται ως αντλία K⁺-Na⁺ εξάγει από το κύτταρο:

- α. 3 K⁺ και εισάγει 2 Na⁺
- β. 3 Na⁺ και εισάγει 2 K⁺
- γ. 2 Na⁺ και εισάγει 1 K⁺
- δ. 2 K⁺ και εισάγει 1 Na⁺

16. Στα ανθρώπινα κύτταρα η ενδοκύττωση χρησιμεύει:

- α. για τη θρέψη τους
- β. ως αμυντικός μηχανισμός
- γ. για τη θρέψη τους και ως αμυντικός μηχανισμός
- δ. σε τίποτα από τα παραπάνω

17. Με τη διαδικασία της εξωκύττωσης τα κύτταρα:

- α. απομακρύνουν άχρηστες ουσίες
- β. εξάγουν χρήσιμες ουσίες γενικότερα για τον οργανισμό
- γ. εξάγουν ουσίες-μηνύματα για άλλα κύτταρα
- δ. όλα τα παραπάνω

18. Στα κύτταρα ενός πολυκύτταρου οργανισμού γίνεται μία διαρκής ανταλλαγή μηνυμάτων έτσι ώστε:

- α. τα κύτταρα να αναγνωρίζονται μεταξύ τους
- β. να συντονίζουν τη δράση τους
- γ. να τροποποιούν τη λειτουργία τους
- δ. όλα τα παραπάνω

19. Τα κύτταρα ενός οργανισμού αναγνωρίζονται μεταξύ τους με:

- α. τις γλυκοπρωτεΐνες τους
- β. τα φωσφολιπίδιά τους
- γ. με τις πρωτεΐνες τους
- δ. με τα σάκχαρά τους

20. Τα κύτταρα-στόχοι:

- α. παράγουν τις ουσίες-μηνύματα
- β. διαθέτουν κατάλληλους υποδοχείς για συγκεκριμένες ουσίες-μηνύματα
- γ. διαθέτουν κατάλληλους υποδοχείς για όλες τις ουσίες-μηνύματα
- δ. δε διαθέτουν υποδοχείς



ΣΩΣΤΟ (Σ) - ΛΑΘΟΣ (Λ)

1. Η σταθερότητα της στοιχειώδους μεμβράνης οφείλεται αποκλειστικά στις έλξεις που αναπτύσσονται μεταξύ των υδροφίλων τμημάτων της.
2. Στις μεμβράνες που έχουν στερεοποιηθεί, πολλές από τις πρωτεΐνες τους αδρανοποιούνται.
3. Η χοληστερόλη είναι στεροειδές που βρίσκεται στην επιφάνεια της μεμβράνης μεταξύ των φωσφολιπιδίων.
4. Τα υδροφιλά μέρη των φωσφολιπιδίων είναι στραμμένα προς το εσωτερικό της διπλοστιβάδας.
5. Τα υδροφοβα μέρη των πρωτεϊνών της μεμβράνης βρίσκονται στο εσωτερικό της διπλοστιβάδας.
6. Η χοληστερόλη εμποδίζει τη συσσωμάτωση των πρωτεϊνών της πλασματικής μεμβράνης.
7. Η χημική σύσταση του κυττάρου διατηρείται επειδή η πλασματική μεμβράνη είναι διαπερατή.
8. Η πλασματική μεμβράνη είναι εκλεκτικά διαπερατή λόγω της δομής της.
9. Διάχυση είναι η μεταφορά διαλύτη από περιοχές υψηλής συγκέντρωσης σε περιοχές χαμηλής συγκέντρωσης.

10. Το οξυγόνο μεταφέρεται μέσω της πλασματικής μεμβράνης με διάχυση.
11. Η γλυκόζη μεταφέρεται μέσω της πλασματικής μεμβράνης με ώσμωση.
12. Το κύτταρο διογκώνεται όταν το εξωκυττάριο περιβάλλον είναι υπότονο διάλυμα.
13. Η μεταφορά νερού μέσω της πλασματικής μεμβράνης εξαρτάται από ωσμωτικά φαινόμενα.
14. Η αντλία ιόντων K^+-Na^+ είναι μια διαμεμβρανική πρωτεΐνη.
15. Στον άνθρωπο, η ενδοκυτταρική συγκέντρωση Na^+ είναι 35 φορές μικρότερη από την εξωκυτταρική.
16. Ο μηχανισμός ενεργητικής μεταφοράς ουσιών προϋποθέτει κατανάλωση ενέργειας.
17. Κατά το μηχανισμό ενεργητικής μεταφοράς, ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους μεταφέρονται από περιοχές χαμηλής συγκέντρωσης σε περιοχές υψηλής συγκέντρωσης.
18. Κατά την ενδοκύττωση γίνεται μεταφορά ουσιών στο εσωτερικό του κυττάρου, μέσα σε κυστίδια.
19. Η μεμβράνη των κυστιδίων, κατά την ενδοκύττωση, αποτελεί τμήμα της πλασματικής μεμβράνης.
20. Η μεμβράνη των κυστιδίων, κατά την εξωκύττωση, αποτελεί τμήμα του ενδομεμβρανικού συστήματος.
21. Το φαινόμενο της ενδοκύττωσης είναι χαρακτηριστικός αμυντικός μηχανισμός των μονοκύτταρων οργανισμών.
22. Η εξωκύττωση είναι ο μηχανισμός που συμβαίνει πάντα μετά την ενδοκύττωση.
23. Η φαγοκυττάρωση περιλαμβάνει μία ενδοκύττωση και μία εξωκύττωση όπου η δεύτερη συμβαίνει μετά την ενδοκύττωση.
24. Τα ψευδοπόδια είναι εγκολπώσεις της πλασματικής μεμβράνης.
25. Τα κύτταρα διαφορετικών ιστών έχουν διαφορετικές γλυκοπρωτεΐνες στην πλασματική τους μεμβράνη.
26. Οι γλυκοπρωτεΐνες της πλασματικής μεμβράνης έχουν σαν αποκλειστικό ρόλο να αποτελούν υποδοχείς για χημικές ουσίες-μηνύματα.
27. Οι ορμόνες συνδέονται με ειδικούς υποδοχείς των κυττάρων αφού διαπεράσουν την πλασματική μεμβράνη.
28. Από τη σύνδεση ορμόνης-υποδοχέα ενεργοποιείται κάθε φορά ένας συγκεκριμένος εσωτερικός μηχανισμός του κυττάρου-στόχου.

29. Οι χημικές ουσίες-μηνύματα είναι πάντα πρωτεΐνες.
30. Οι ορμόνες επηρεάζουν τη λειτουργία των κυττάρων που φέρουν γλυκοπρωτεΐνες.



ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1. Αντλία K^+-Na^+ | α. Χημική ουσία-μήνυμα |
| 2. Ορμόνη | β. Φαγοκυττάρωση |
| 3. Γλυκοπρωτεΐνες | γ. Μεταφορά μακρομορίων |
| 4. Ψευδοπόδια | δ. Ενεργητική μεταφορά |
| 5. Εξωκύττωση | ε. Αναγνώριση κυττάρων |



ΠΙΝΑΚΕΣ

1. Συμπληρώστε τη δεξιά στήλη με τις αντίστοιχες λειτουργίες των μηχανισμών που δίδονται στην αριστερή:

Μηχανισμός	Λειτουργία
Διάχυση	A.
Ώσμωση	B.
Ενεργητική μεταφορά	Γ.
Εξωκύττωση	Δ.
Ενδοκύττωση	E.

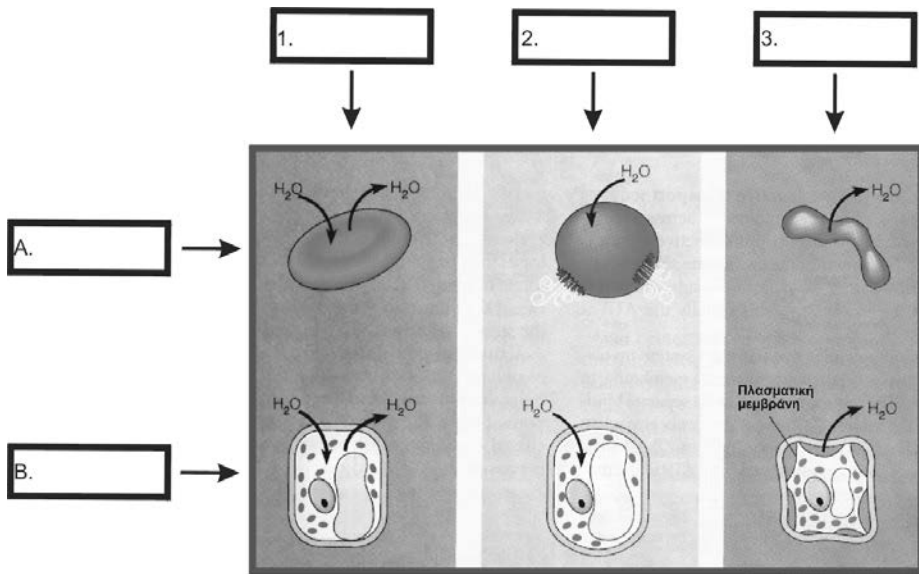
2. Να συμπληρώσετε τον παρακάτω πίνακα τοποθετώντας ένα (✓) στη σωστή θέση με βάση το μηχανισμό μεταφοράς της αντίστοιχης ουσίας μέσω της πλασματικής μεμβράνης:

Μηχανισμός	K^+	Νερό	Γλυκόζη	Πρωτεΐνες	Οξυγόνο	Ορμόνες
Παθητική μεταφορά						
Διάχυση						
Ώσμωση						
Ενεργητική μεταφορά						
Εξωκύττωση						
Ενδοκύττωση						

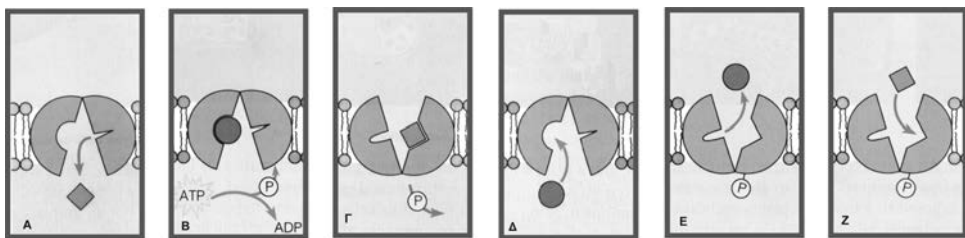


ΕΝΝΟΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ - ΣΧΗΜΑΤΑ

1. Συμπληρώστε τα κενά του εννοιολογικού χάρτη με τις έννοιες: υπέρτονο διάλυμα, ερυθροκύτταρο, φυτικό κύτταρο, υπότονο διάλυμα, ισότονο διάλυμα.

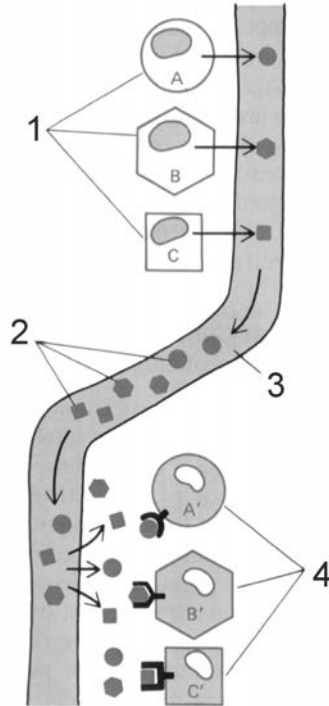


2. Βάλτε με χρονική σειρά τα παρακάτω στάδια ενεργητικής μεταφοράς.



1 2 3 4 5 6

3. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η διαδικασία παραγωγής, μεταφοράς και υποδοχής ουσιών-μηνυμάτων σε ένα ζωικό οργανισμό. Αντιστοιχίστε τους αριθμούς 1, 2, 3, 4 με τις κατάλληλες έννοιες.



4. Μοντέλο «ρευστού μωσαϊκού»: Ονομάστε τα μέρη που σημειώνονται με τα γράμματα Α, Β, Γ, Δ, Ε.

